

Міністерство освіти і науки України

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л І Ф Т И

Навчальний посібник

Рекомендовано Вченою радою НТУ «ХПІ»

Харків
НТУ «ХПІ»
2016

УДК 621.876
ББК 39.9
Г 27

*Рекомендовано Вченою радою НТУ «ХПІ»
як навчальний посібник для студентів НТУ «ХПІ» за напрямом навчання
«Машинобудування», протокол № 2 від 11 березня 2016 р.*

Рецензенти:

Є. С. Венцель, д-р техн. наук, професор, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет
М. А. Ткачук, д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Н. М. Фідоровська, д-р техн. наук, професор, Українська
інженерно-педагогічна академія

Колектив авторів:

Григоров О.В., д.т.н., професор;
Стрижак В.В., к.т.н., доцент;
Губський С.О., к.т.н., доцент;
Рахманий А.С., к.т.н., доцент;
Цебренько М.В., асистент

Григоров О.В.

Г 27 Ліфти : навч. посібник / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, С.О. Губський,
та ін. – Х.: НТУ«ХПІ», 2016. – 172 с.

ISBN

У навчальному посібнику розглянуто історію розвитку ліфтобудування, класифікацію ліфтів, основні розрахункові параметри, конструкції підйомних механізмів, типові системи керування ліфтів та методи розрахунку лебідок. Наведено будову уловлювачів, обмежувачів швидкості, кабін, противаг, шахт ліфтів, напрямних, пружинних та гідравлічних буферів.

Призначено для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 133. «Галузеве машинобудування» за спеціалізацією «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання», аспірантів та інженерів.

УДК 621.876
ББК 39.9

ISBN _____

© Колектив авторів, 2016

ВСТУП

У першому розділі посібника подано загальні відомості про ліфти, розглядається історія розвитку ліфтобудування. Тут згадуються імена винахідників та інженерів, які були піонерами в галузі створення ліфтового обладнання (Елайша Грейс Отіс, Уільям Джордж Армстронг, Уільям Томпсон та інші). У розділі наводяться приклади унікальних ліфтів світу.

У розділі 2 дано класифікацію ліфтів за конструктивними та класифікаційними ознаками, а також загальну будову ліфта.

У розділі 3 надано основні розрахункові параметри ліфтів: вантажо-підйомність, швидкість, прискорення (уповільнення), точність зупинки кабіни, продуктивність. Наведені їх значення і методи розрахунку.

Розділ 4 присвячено конструкціям підйомних механізмів ліфтів (барабанних і фрикційних лебідок).

У розділі 5 подано методи розрахунку лебідок ліфтів. Описано методику вибору вантажних та зрівноважувальних канатів, вибору розмірів барабанів та канатопривідних шківів. Надано методику тягового розрахунку лебідок з канатопривідним шківом, визначення коефіцієнта тяги ліфта та методику розрахунку коефіцієнта тяги з різними типами канавок: трапецієподібної, напівкруглої, напівкруглої з підрізом. Наведено порядок розрахунку приводу з канатним шківом, а також розрахунок опору руху кабіни ліфта, потужності електродвигуна, розглянуті динамічні процеси для несталих рухів, питання віброізоляційного захисту лебідок ліфтів.

У розділі 6 подано конструкції одних з найважливіших пристроїв – уловлювачів та обмежувачів швидкості. Наведено конструкції відцентрових регуляторів швидкості, теоретичні положення і розрахунки, розрахунки клинових уловлювачів, розглянуто їх динаміку.

У розділі 7 розглянуто конструкції кабін, противаг та шахт ліфтів, їх взаємне розташування, конструкції башмаків, підвісок.

Розділ 8 містить відомості щодо дверей шахт і кабін, типи дверей, їх приводи і замки.

Розділ 9 присвячений конструкціям напрямних.

У розділі 10 розглянуто будову і розрахунки пружинних та гідравлічних буферів.

У розділі 11 наведено загальні відомості щодо типових систем керування ліфтів.

Розділ 12 присвячено деяким відомостям про ліфти іноземних фірм. Особливу увагу приділено прогресивним конструктивним рішенням у галузі ліфтобудування: ліфти з лінійним індукційним привідним двигуном, лебідки з планетарними, хвильовими, пасовими передачами, безредукторні лебідки, лебідки для ліфтів без машинного приміщення.

Біля двох третин діючих у світі ліфтів відпрацювали більш ніж 20 років, і більшість з них не буде замінено найближчим часом. Вони становлять реальну проблему для обслуговування, оскільки документація до них часто відсутня чи неуконфліктуюча, запасні частини важко знайти, а іноді невідомі чи не існують компанії-виробники.

Тема застарілих ліфтів актуальна в Україні. Наприклад, кількість ліфтів, які відпрацювали 25 років, наближається до 40 %. Середня швидкість старіння ліфтів в Україні з 2005 до 2012 року становить 1,8 % щороку, тобто 2000 ліфтів на рік.

Енергоефективність – один з важливих показників, за яким визначається можливість подальшої експлуатації ліфтів.

Таким чином, перед ліфтобудівниками постає ряд важливих проблем, які неможливо розв'язати без висококваліфікованих спеціалістів:

1) постійний нагляд за станом ліфтового обладнання (особливо пасажирських ліфтів);

2) своєчасне виявлення ліфтів, які підлягають капітальному ремонту, реконструкції, модернізації або заміні;

3) розробка прогресивних приводів ліфтів (безредукторних приводів, приводів з пасовими передачами, хвильовими передачами тощо);

4) розробка і визначення можливості застосування прогресивних конструкцій ліфтів (ліфтів без машинного приміщення, ліфтів з приводами, які змонтовані на кабіні, двокабінних ліфтів, розташованих в одній шахті, пневмоліфтів тощо);

5) удосконалення систем керування рухом ліфтів, розробка нових систем керування, які покращують параметри ліфтів;

6) розробка конструктивних, технологічних рішень, направлених на зниження енергозатрат під час експлуатації ліфтового обладнання.

Даний навчальний посібник розраховано на студентів та випускників спеціальності 133. «Галузеве машинобудування» за спеціалізацією «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання», які прагнуть втілити свої знання у створення нових конструкцій і систем у ліфтовій промисловості, а також на модернізацію діючих ліфтів та інших підйомників.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІФТИ

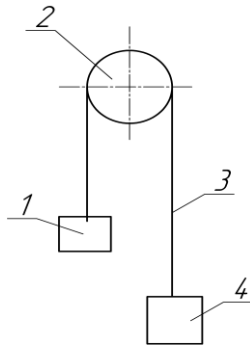


Рис. 1.1. Схема ліфта: 1 – кабіна; 2 – шків; 3 – канат; 4 – протизвага

1.1. Предмет вивчення

Змістом курсу «Ліфти» є вивчення ряду спеціальних вантажопідйомних машин, які призначаються для транспортування різних вантажів і характеризуються двома основними ознаками:

- наявністю тільки одного підйомного руху;
- наявністю напрямних, уздовж яких рухаються робочі органи.

1.2. Загальна характеристика

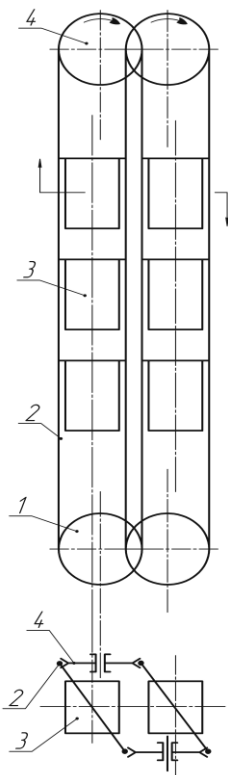


Рис. 1.2. Схема ліфта безперервної дії (типу «Патерностер»):

- 1 – відхильний блок;
2 – ланцюг; 3 – кабіна;
4 – приводний блок

На рис. 1.1 показана схема пасажирського ліфта циклічної дії, а на рис. 1.2 – пасажирського ліфта безперервної дії.

Ліфт (рис. 1.1) являє собою в більшості випадків стаціонарний підйомник циклічної дії, призначений для переміщення людей (пасажирські ліфти), вантажів і людей (вантажопасажирські ліфти), вантажів (вантажні ліфти), які пересуваються уздовж вертикальних напрямних.

Частіше за все застосовуються канатні електричні ліфти. Швидкість руху кабін сучасних пасажирських ліфтів понад 8–10 м/с, вантажопідйомність 3000–4000 кг, висота підйому 200–300 м, місткість 40 і більше пасажирів.

Пасажирський підйомник безперервної дії (типу «Патерностер», див. рис. 1.2) складається з двох рядів кабін, підвішених шарнірно на двох нескінченних ланцюгах, розміщених по діагоналі кабін, які рухаються уздовж напрямних так, що руху одного ряду кабін вгору відповідає зниження другого ряду. Швидкість руху кабін цієї машини не вище 0,3 м/с, що дозволяє безупинно обслуговувати пасажирів. Мала продуктивність цього виду підйомачів (7–10 пас/хв) порівняно з продуктивністю нормального ліфта (біля 40 пас/хв і більше) є основною причиною його недостатнього розповсюдження. Однак у стародавніх університетах, наприклад у Мішкольцькому університеті (Угорщина), вони застосовуються.

1.3. Історія розвитку

Люди почали використовувати ліфти з давніх давен.

Археологічні розкопки, дані сучасної етнографії вказують на використання первісними людьми примітивних підйомних пристроїв. Циклопічні споруди кременевого віку, колосальні будови Стародавнього Єгипту, Риму виконувались за допомогою найпростіших підйомних машин.

Уперше згадується про ліфти у 2600 роках до нашої ери. Вважається, що давні єгиптяни використовували підйомні механізми для будівництва пірамід. Кам'яні блоки вагою 100 кг підіймались на висоту до 150 м.

Стародавні китайські рукописи, написані понад 4000 років тому, свідчать про те, що вже тоді для підйому води з глибоких колодязів використовувались коловороти. Відомо також, що для виконання підйомних робіт у країнах Стародавнього Сходу і в Єгипті ще у IV–I вв. до нашої ери використовувались підйомні пристрої з поліспадами.

Стародавні греки, поступово вивчаючи практику східних народів, уже у IV в. до нашої ери навчились використовувати горизонтальні та вертикальні коловороти, яким надавався рух руками або кінним приводом. Подальше удосконалення цих машин призвело до створення у Стародавньому Римі (I ст. до н. е.) спеціальних підйомників (наприклад, для транспортування гладіаторів і диких звірів із підземних приміщень на арену, для підйому воїнів у фортечних будовах та ін.).

Згадки про підйомні механізми, які схожі на ліфти, є також у роботах римського архітектора Вітрувія, який описав, як Архімед у 236 р. до н. е. побудував підйомний апарат. Археологи у римському місті Геркулануме відкопали ліфт, який був зруйнований під час виверження Везувія одночасно з Помпеями. Знахідка являла собою залишки агрегата, який призначався для підйому кулінарних блюд з кухні в їдальню.

З робіт Філона Олександрійського ми дізнаємося, що у його епоху (I ст. н. е.) в Олександрії Єгипетській існував механізм, який був призначений для підйому води з річки, за принципом схожий на ліфт.

Пізніші згадки про ручні канатні підйомники відносять до середини VI віку (наприклад, ліфти Синайського монастиря). Такий ліфт був складений з плетеної клітки, яка була підвішена на конопляних мотузках і приводилась до дії колесом, яке оберталось за допомогою віسلуків. Механізми, які нагадують за принципом дії ліфт, використовувались у XVI–XVII ст. н. е. селянами Індії для черпання води з річки.

З документальних джерел відомо, що у XVII ст. у Китаї можна було побачити подібні конструкції для підйому води з річки. Їх відмінністю було те, що їм надавався рух за допомогою ступирів, які обертались двома чоловіками.

У Європі і на Сході під час розробки родовищ корисних копалин у кар'єрах і шахтах часто використовувались підйомники, які рухались за допомогою тварин. Такі підйомники були розповсюджені аж до середніх віків. Наприклад, вони відомі в Англії XVIII ст. (ліфти Віндзорського замку), Франції (ліфти члена Паризької Академії наук Вілайєра палаців Парижа і Версаля, XVII вік).

У 1743 р. у Версальському палаці короля Франції Людовіка XV був споруджений пасажирський ліфт. Він призначався для того, щоб Його Височність могла без особливих зусиль провідати свою коханку, апартаменти якої були розташовані поверхом вище.

Лише в кінці XVIII в. з'являються перші підйомники з гідравлічним приводом, циліндр якого з'єднувався з кабіною за допомогою поршня і канатного мультиплікатора.

У середині XIX в. почалось масове розповсюдження таких машин у ряді країн (у тому числі і в Росії). Прикладом може бути підйомник для Ейфелевої вежі (Париж) з канатним мультиплі-

катором і приводом насоса від парової машини. Вантажопідйомність цієї машини – 7 т, висота підйому – 150 м, місткість кабіни – 50 чоловік. Все ж висока ціна трубопроводів, чутливість до низьких температур та інше призвели до відмови від гідравлічного приводу на користь застосування парових машин.

У двадцятих роках XIX ст. паровий привід вперше застосовують для шахтних підйомників, а в середині XX ст. – для пасажирських ліфтів.

Велику роль у розвитку і вдосконаленні ліфтів відіграли такі інженери і винахідники, як Е. Г. Отіс, У. Д. Армстронг, В. Томсон, В. Альберт та інші.

Перший ліфт з гідроциліндром плунжерного типу прямої дії з'явився в Англії у 1849 р. і був установлений у готелі «Osmaston Manor». До середини 60-х років XIX ст. великі міські готелі почали використовувати гідравлічні пасажирські ліфти.

У 80-х роках XIX ст. для підйомників була вперше використана електрична енергія. Уже в 1890 р. в Нью-Йорку працювало 250 таких ліфтів, а в Парижі – 800. У 1904 р. у США та Англії з'явилися електричні ліфти з канатопривідними шківками, які незабаром витіснили ліфти барабанної конструкції.

На Всесвітній виставці 1900 р. у Парижі було виставлено 29 ескалаторів різних конструкцій. Багатокабінні пасажирські підйомники вперше з'явилися у кінці XIX ст. У 1907 р. у Гамбурзі було розміщено 42 таких машини, а в 1913 р. їх число збільшилось до 300. Характерно, що в Берліні використання цих підйомних машин заборонялось. У наші часи вони застосовуються у деяких країнах, але широкого розповсюдження не набули.

У Росії перший вантажний підйомник з'явився на початку XVII ст. в одному із монастирів Суздаля. Він служив для подачі їжі, яка готувалась у кухні першого поверху, для засланої дружини Петра I Євдокії Лопухіної. Відомі також ліфти будівель підмосковної садиби Кусково, будівель Царського села, Зимового палацу.

У 40-х роках XIX ст. у Великому театрі (Москва) був установлений вантажний ліфт з ручним приводом. До початку XX ст. широкого розповсюдження набули електричні ліфти закордонного походження. Так, наприклад, перші ліфти фірми «Штіглер» (Німеччина) у м. Харкові були встановлені в будинку № 17 по вул. Сумській у 1914–1915 рр.

У ті часи самостійне виготовлення ліфтів і ескалаторів у колишній царській Росії не було організовано.

1.4. Відомі винахідники ліфтового обладнання

Елайша Грейвс Отіс. Народився у 1811 р. у сім'ї фермера у штаті Вермонт. З ранніх років цікавився різними технічними пристроями. У 1852 р. Отіс зробив свій головний винахід, коли йому довірили сконструювати і встановити в новій будівлі фабрики підйомник. Пропонований ним спосіб гальмування падаючого ліфта був простий, як усе геніальне. Канати, якими утримувався ліфт, закріплювалися не прямо до його корпусу, а до встановленої угорі ресори. Довжина її була більша, ніж відстань між двома вертикальними зубчастими напрямними, між якими рухався ліфт. Під вагою ліфта ресори прогиналися, і той без перешкод міг рухатися вгору чи вниз. Якщо канат послаблявся чи обривався, ресора випрямлялась і зачіплювалась за зубчасті напрямні – ліфт зі скреготом зупинявся. Пізніше механізм гальмування падаючих ліфтів удосконалювався, але загальний принцип залишався тим же.

У 1853 р. Отіс почав продавати свої підйомні пристрої, які він називав безпечними ліфтами. Протягом осені було продано три механізми за 300 доларів кожен, і з цього моменту почалася історія компанії.

У 1854 р. Отіс придумав рекламний трюк для оживлення попиту на продукцію фірми. В одному з виставочних залів Нью-Йорка, де був високий купол, піднімалась платформа на висоту 12 м, на якій серед бочок і ящиків стояв сам винахідник у фракі та циліндрі. Парова машина підтягувала платформу угору, і асистент за командою Отіса обрубав канат мечем чи сокирою. Платформа падала донизу, але на відстані одного-двох метрів зі страшним скрипом автоматика спрацьовувала, і платформа зупинялась. Таким чином, була створена реклама фірми. До кінця 1854 р. Отіс продав сім ліфтів і заробив майже 3000 доларів. У 1856 р. прибуток фірми склав 13 500 доларів. Усі продані пристрої у цей час були вантажними. У 1857 р. в універмазі на Бродвеї фірма встановила перший у світі пасажирський ліфт.

Вільям Джордж Армстронг. Англійський інженер, конструктор артилерійських гармат, промисловець, барон. У 1845 р. Армстронг заснував фабрику, на якій виробляли гідравлічні крани та інші гідравлічні машини. Армстронг винайшов гідравлічний акумулятор для збільшення і забезпечення постійності тиску для води, яка надходить до циліндра. Для цього він використав вертикальний циліндр діаметром плунжера 40–45 см, який підтримував великий сталевий ящик, заповнений гравієм.

Хоча підйомник Армстронга був обладнаний ключовими компонентами сучасного гідравлічного ліфта – гідроциліндром плунжерного типу, мультиплікатором і гідроакумулятором, численні конструкторські розробки в Англії і Європі у цілому зосередились на удосконаленні конструкції ліфтів з гідроциліндром прямої дії. Перший такий ліфт з'явився в Англії у 1848 р. До середини 60-х років XIX ст. великі міські готелі в Англії також почали використовувати гідравлічні пасажирські ліфти.

Вільям Томсон. У 1845 р. британський вчений-фізик Вільям Томсон, автор пневматичних шин, створив перший ліфт з гідравлічним приводом, який був досконаліший, ніж паровий, і рухався за рахунок тиску масла. Такий механізм міг піднімати вантажі і людей на висоту до 28 м. Через деякий час його винахід було удосконалено у Франції. Циліндр тут був розташований горизонтально, а поршень через систему блоків тягнув канат, який піднімав кабінку. Уперше такий пристрій був показаний на Всесвітній виставці у Парижі у 1867 р. Пізніше його встановили на Ейфелевій вежі.

1.5. Роль вітчизняних вчених і інженерів у розвитку ліфтів

Розвитку вітчизняної техніки виробництва підйомних машин передумовила глибока розробка теоретичних основ їх роботи. Найбільшої уваги у цій галузі заслуговують роботи академіка М. М. Федорова, професорів В. В. Уманського, Ф. Н. Шклярського, Г. М. Єланчика, А. П. Германа, Б. П. Давидова.

Будівництво в нашій країні висотних будинків привело до створення не тільки нових видів ліфтів, але і відповідної теорії ліфтобудування. У цій сфері слід відзначити теоретичні роботи Л. Д. Удада, Г. К. Корнієва, професора І. І. Івашкова та інших.

1.6. Унікальні ліфти світу

Ліфт для одночасного перевезення 100 пасажирів. Ліфт для одночасного перевезення 100 пасажирів з'явився ще на зорі ліфтобудування – наприкінці XIX ст. Коли виникла необхідність забезпечити транспортний зв'язок для жителів пригородів Лондона, що працювали між Ліверпулем, Ланкаширом і житловими районами Чешира, промислова компанія «Wadsworth & Sons» узялася спроектувати, виготовити й установити на одній з ділянок дороги пасажирські ліфти великої вантажопідйомності. Складність і незвичайність проекту полягала в тому, що дорога повинна була проходити під річкою Мерсі.

Будівництво ліфтового комплексу завершилося у 1880 р. Довжина тунелю кожного з трьох гідравлічних ліфтів становила 90 футів (близько 30 м), кабіни мали форму куба зі стороною 17 футів (більше 5 м).

Інтер'єрне рішення кабін також було абсолютно новим для кінця XIX ст.: вони являли собою величезні приміщення, прикрашені дзеркалами, уздовж стін по периметру розташовувалися комфортні посадкові місця, залишаючи вільним прохід, за що ці унікальні ліфти одержали назву «мобільних художніх салонів».

У 1906 р. ліфти місткістю 100 пасажирів кожний були піддані реконструкції, у ході якої паровий привід замінили електричним. Під час Другої світової війни унікальна система була ушкоджена вибухами бомб. Тільки недавно знайшлися кошти на відновлення історичної визначної пам'ятки: барабанні машини були замінені двигунами, спеціально виготовленими для цієї ліфтової системи за оригінальним проектом.

Двоповерховий ліфт «Отіс». Власники високих будівель завжди прагнули зробити свою нерухомість максимально доступною і привабливою для орендарів. Вони були зацікавлені у будівництві компактних ліфтів. Двоповерховий ліфт фірми «Отіс» став оптимальним рішенням.

Перший двопалубний ліфт був установлений компанією «Отіс» у 1931 р. у 67-поверховому будинку міського сервісного центру в Нью-Йорку. Одночасно двопалубний ліфт повинен був обслуговувати підземку.

У 1935 р. фірма «Отіс» презентувала громадськості двоповерхове чудо, що було особливо коштовним нововведенням для високих

будівель з інтенсивним рухом у години пік. Нерухомість з таким технологічним засобом могла різко зрости в ціні й принести швидкий прибуток власникам за рахунок великої кількості відвідувачів. У двопалубних ліфтах кабіни розташовувалися одна над одною і мали загальний підйомний механізм. Вхід у ліфти був відкритий як з підземки, так і з вулиці: пасажери могли одночасно з двох рівнів заходити у верхню й нижню кабіни. Однак двопалубні ліфти могли бути встановлені не в кожному хмарочосі: система тросів і противаг була надзвичайно складною в керуванні. У 2003 р. фірма «Отіс» удосконалила свої двоповерхові ліфти: відтепер для устаткування ними будинків непотрібно однакових прогонів між поверхами. Такі модернізовані двоповерхові ліфти вважаються високотехнологічним транспортним засобом, перший з яких було встановлено у 54-поверховій вежі «Морі», що належить до токійського комплексу будинків у «Roppongi» (Японія). Проблему нерівномірної поверховості розв'язали за допомогою системи, яка автоматично піднімає або опускає ліфт до двох метрів, щоб вирівняти підлоги кабіни й ліфтового холу.

Ліфт для пішоходів. 7 грудня 2001 р. у Німеччині було урочисто відкрито унікальну споруду, яку відразу охрестили «пішохідним ліфтом». Самі творці цього незвичайного, горизонтального ліфта дали йому ім'я «людиновоз». Будівництво такого ліфта забрало всього один тиждень, а вартість склала 300 тис. марок. Ліфт призначений для транспортування людей через жваву чотириполосну трасу № 132, де раніше розташовувався звичайний наземний пішохідний перехід. «Людиновоз» складається з двох веж і рейкового моста між ними, яким горизонтально переміщується кабіна з пасажирами.

Історія «Людиновоза» така: з міркувань безпеки пішоходів і автомобілістів компанія «Schmid» запропонувала замінити пішохідний перехід горизонтальним ліфтом. Ідея виявилася життєздатною. Для транспортування 8 пасажирів (а саме стільки входить у кабіну) ліфту потрібно всього півхвилини: при вертикальному русі його швидкість становить 1 м/с, при горизонтальному – 1,5 м/с. Пропускна здатність ліфта – 720 чоловік протягом години (100 рейсів на годину).

«Людиновозу» властиві звичайні для ліфта ознаки: автоматичні двері, пост команд, кнопки виклику, акумуляторні батареї на випадок відключення електроенергії. Ліфт підключений до диспетчерського комплексу, програмне забезпечення анітрохи не відрізняється від його аналогів, що обслуговують житлові та інші будинки.

За словами виробників, у «людиновоза» велике майбутнє: він відповідає вимогам екологічної безпеки, легко інтегрується в будь-яку архітектурну ситуацію, на його кабіні можна розміщати візуальну інформацію. Крім того, ліфт зручний для людей з порушеннями опорно-рухового апарата, а його будівництво ефективне й недороге.

Велосипедний ліфт. Перший у світі велосипедний ліфт, споруджений у Норвегії, на околицях Тронгейма, – також результат застосування високих технологій. Ліфт допомагає велосипедистам-аматорам подолати відстань у 130 м: дорога до форту Крістіансена йде вгору – і місцеві жителі користуються велосипедним ліфтом, що зі швидкістю 2 м/с піднімає їх нагору.

Ліфт в акваріумі. Сучасний пасажир ліфта настільки спокушений, що його важко здивувати чимось незвичайним. Але скляні ліфти з гідравлічним приводом «GmbH Design» – чудо сьогодення.

Скляна кабіна, що плавно рухається в оптично прозорій шахті у відкритому просторі торгового центру або по фасадній частині сучасного хмарочоса, – чудове видовище. У самому серці Берліна, на березі Шпрее, напроти Кафедрального Собору, знаходиться готель «Radisson». У просторому холі готелю побудований найбільший у світі циліндричний акваріум «AquaDom», у якому живе 2,5 тисячі екзотичних риб. Відвідувачі готелю можуть у повному сенсі слова зануритися в підводний світ, прокотившись у застакленому двоповерховому ліфті, що переміщується в середині акваріума. Це унікальна безрамна підйомна споруда виконує функції оглядового майданчика, на якому одночасно може розміщатися до 30 пасажирів.

Технічні характеристики:

- вантажопідйомність 3600 кг;
- чотири рівні зупинок;
- висота підйому 27 м;
- гідравлічний привід;
- швидкість 0,3 м/с.

Вакуумний ліфт. Протягом декількох років у США серійно випускається ліфт, що піднімає й опускає пасажирів без застосування стандартного ліфтового устаткування. Ці унікальні ліфти випускає компанія «Daytona Elevator» із Флориди. Вони створені для приватного житла, у тому числі – для невеликих котеджів, і можуть мати різні габарити й кілька рівнів установа.

У шахті круглого перерізу, яка виготовлена з полікарбонату, переміщується кабіна-поршень, виконана з алюмінієвого сплаву. Двері шахти закриваються герметично, кабіна вентильовується знизу.

Насос, установлений у верхній частині шахти, висмоктує повітря із зони, яка розташована над кабіною. При досягненні певного значення розрідження кабіна починає підніматися нагору під дією атмосферного тиску. Для переміщення вниз клапан шахти поступово впускає повітря в зону розрідження, що забезпечує плавний спуск кабіни. Така система вимагає мінімальних енерговитрат.

Вантажопідйомність ліфта становить 204 кг, швидкість – 9,14 м/хв. Двері на різних поверхах можуть відкриватися в той чи інший бік залежно від розташування ліфтового холу. Підкреслюючи переваги системи, розробники повідомляють, що вакуумний ліфт можна встановити всього за кілька годин, для чого буде потрібна мінімальна переробка інтер'єру.

Гірський ліфт. «GmbH Design» спеціалізується на виготовленні ліфтових конструкцій, які призначені для різних туристичних об'єктів: готелів, національних парків і природних заповідників. Найвищий у світі гірський ліфт, який вільно рухається і який отримав назву «Байлонгліфт», змонтований у 2001 р. у чудовому парку-заповіднику Китаю (район Вулінг'ян, провінція Хунань). Двоповерхова кабіна ліфта вміщує 50 чоловік. Вона доставляє відвідувачів на оглядовий майданчик, розташований на висоті 360 м. У комплекс входять три таких ліфти вантажопідйомністю 3750 кг кожний.

Технічні характеристики:

- тросовий привід 2:1;
- швидкість 3 м/с;
- два рівні зупинок.

Ліфт у музеї. У Московському державному історичному музеї дотепер працює ліфт-ветеран, змонтований фірмою «Стіклер» і введений в експлуатацію у 1895 р. За роки експлуатації ліфт неодноразово модернізувався: спочатку він був тросовим і переміщувався у сітчастій ліфтовій шахті. Після ремонту в 1989 р. (роботи виконали австрійські фахівці) шахта отримала скляне огороження, а сам ліфт перетворився на сучасний підйомний пристрій з гідравлічним приводом. Проїхати на новому-старому ліфті можна тільки з ліфтером. Замість колишньої кабіни XIX століття зараз можна побачити її точну копію. Підйомники у Кремлі та у садибі Кусково (Москва)

також вважаються раритетними: вони були в числі перших ліфтів, що з'явилися в Росії. У наші дні першість в оснащенні підйомними пристроями пам'ятників історії й архітектури належить ліфтам американського походження, встановленим, зокрема, у Зимовому палаці (компанія «Отіс»).

Здавалося би, ліфти й компактність несумісні, але сучасні технології творять неможливе. Шків компактної безредукторної лебідки ліфта без машинного приміщення становить усього 100 мм у діаметрі й забезпечує 50 %-ву економію електроенергії при тій самій висоті підйому.

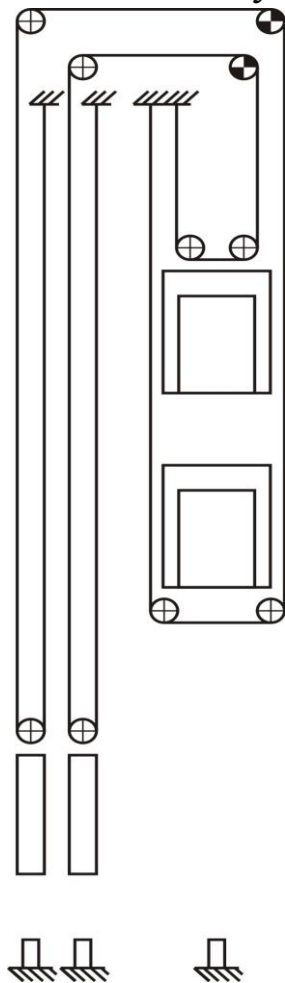


Рис. 1.3. Загальне
компонування
ліфтової системи
TWIN^R у шахті

Ліфтова система TWIN^R. Два звичайних ліфти, що рухаються в одній загальній шахті (рис. 1.3). Кабіни ліфтів розташовані одна над одною і рухаються уздовж одних напрямних. Противаги обох кабін можуть розташовуватися або поруч у тильній частині шахти, або одна над одною. Кожний ліфт має свій власний привід із частотним перетворювачем і незалежним керуванням. Для запобігання зіткненню кабін розроблена концепція безпеки, що ґрунтується на чотирьох ступенях захисту.

Перший ступінь включає датчики, вбудовані в систему керування й інтегровані в алгоритм керування призначення. Виклики місця призначення застосовуються, коли між двома кабінами є дистанція як мінімум у два поверхи.

Другий ступінь захисту включає керування, яке програмується користувачем. Це керування отримує власне введення інформації на місце розташування й швидкості обох кабін і використовує цю інформацію для визначення дистанції між ними.

Якщо ця дистанція стає менше певного мінімуму, то дані зберігаються у пам'яті, а приводи однієї або обох кабін отримують команду на швидкість руху. Значення мінімальної дистанції вводиться до пам'яті і є функцією швидкості, задана дистанція збільшується зі зростанням швидкості.

Якщо ж другого ступеня недостатньо для зниження швидкості, а дистанція між кабінами продовжує скорочуватися, то відповідний вимикач, інтегрований у систему безпеки, включає систему третього ступеня захисту – екстрене гальмування.

У найгіршому випадку, коли після активації трьох ступенів захисту небезпечному зближенню кабін не вдається запобігти, то спрацьовує четвертий ступінь безпеки – система керування вибором пункту призначення.

Першим будинком, у якому застосована описана ліфтова система, був один з корпусів Штутгартського університету (Німеччина).

1.7. Шляхи і перспективи розвитку ліфтів

За останні 30 років вантажопідйомність вітчизняних пасажирських ліфтів збільшилась з 350 до 1600 кг, швидкість – з 0,65 до 4 м/с, висота підйому – з 45 до 150 м. У той же час у багатьох розвинутих країнах ліфти мають: вантажопідйомність – до 3000–4000 кг, швидкість – 8–10 м/с і більше, висоту підйому – до 200–300 м.

Це означає, що подальший розвиток ліфтобудування України повинен спиратися на передовий закордонний досвід у цій галузі. При цьому необхідно помітно підвищити надійність і безпечність роботи ліфтів та їх комфортність.

На жаль, Україна має єдине підприємство з виробництва вантажних ліфтів, що вимагає створювати власну промислову базу.

Контрольні запитання

1. Дайте загальну характеристику ліфтам.
2. Дайте визначення ліфта.
3. Розкажіть стисло історію розвитку ліфтів.
4. Назвіть відомих винахідників ліфтового обладнання.
5. Яка роль належить вітчизняним вченим у розвитку ліфтів?

2. КЛАСИФІКАЦІЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ ЛІФТІВ

2.1. Класифікація

Ліфтом називається стаціонарна підймальна машина, зазвичай циклічної дії, призначена для переміщення пасажирів, пасажирів і вантажів чи тільки вантажів за допомогою кабін, що рухаються уздовж вертикально чи похило розташованих напрямних, як правило, встановлених у шахті.

Ліфти поділяють таким чином:

За видом установалення – на стаціонарні і пересувні.

За характером вантажів – на пасажирські, вантажопасажирські, вантажні.

За місцем використання – на ліфти, які використовуються у житлових, адміністративних та інших приміщеннях, у фабрично-заводських будівлях, метрополітенах тощо.

За родом приводу – на ручні, парові, гідравлічні, пневматичні, електричні.

За способом з'єднання вантажонесучих пристроїв з приводом – на канатні, ланцюгові, гвинтові, рейкові та плунжерні.

За характером роботи – на машини циклічної дії і машини безперервної (безупинної) дії.

За типом лебідки – на машини з барабанною і з фрикційною лебідкою.

За характером вантажів і призначенням – пасажирські, вантажопасажирські, вантажні.

Пасажирські ліфти призначені для транспортування людей. Вантажопасажирські ліфти відрізняються від пасажирських зниженими швидкостями підйому і якістю оформлення кабін. Вантажні ліфти встановлюються в заводських та інших приміщеннях і призначаються для підйому вантажів без супроводження провідником.

До спеціальних типів пасажирських ліфтів належать:

- лікарняні, які відрізняються малими швидкостями і значними габаритами кабіни;
- службові, які обслуговують обмежену кількість службового персоналу;

- пожежні – призначені для використання пожежниками, встановлюються у глухих шахтах з неспалимого матеріалу.

До спеціальних конструкцій вантажних ліфтів належать:

- малі вантажні вантажопідйомністю до 160 кг з площею підлоги кабіни до $0,9 \text{ м}^2$ і висотою кабіни 1 м;
- з підвісною монорейкою;
- вичавлювальні або тротуарні, розташовані у будинках чи поруч з ними (під тротуаром).

Керування пасажирськими і вантажопасажирськими ліфтами здійснюється з середини кабіни чи з поверхових майданчиків, вантажними – з поверхових майданчиків будинку.

Згідно з «Правилами будови і безпечної експлуатації ліфтів» (ПББЕЛ) використання вантажопасажирського ліфта як пасажирського може бути дозволено тільки інспекцією Держнаглядпромпраці, а перевезення пасажирів у вантажних ліфтах категорично забороняється.

За місцем установлення ліфти поділяють на такі, які встановлені: усередині, поза будинками і вільно розташовані, з'єднані з будинками перехідними містками.

Залежно від конструкції приводу ліфти розділяють на ліфти з барабанными і фрикційними лебідками.

За місцем розташування приводу розрізняють ліфти з верхнім і нижнім його розташуванням.

Залежно від швидкості руху кабіни ліфти поділяють на нормальні ($V \leq 1,4 \text{ м/с}$) і швидкісні ($V < 2 \text{ м/с}$).

За умовами експлуатації ліфти поділяють на звичайні і працюючі у специфічних умовах (за високих і низьких температур, у вибухонебезпечних чи радіоактивних середовищах та ін.).

За конструкцією каркаса кабіни вантажні ліфти розрізняють на одно- (з розмірами підлоги до 7,34 м) і двокаркасні (до 9,36 м).

2.2. Кінематичні схеми ліфтів

На рис. 2.1 показані найбільш розповсюджені принципові кінематичні схеми ліфтів, а у табл. 2.1 наведені основні особливості ліфтів, їх переваги і недоліки, а також сфери застосування.

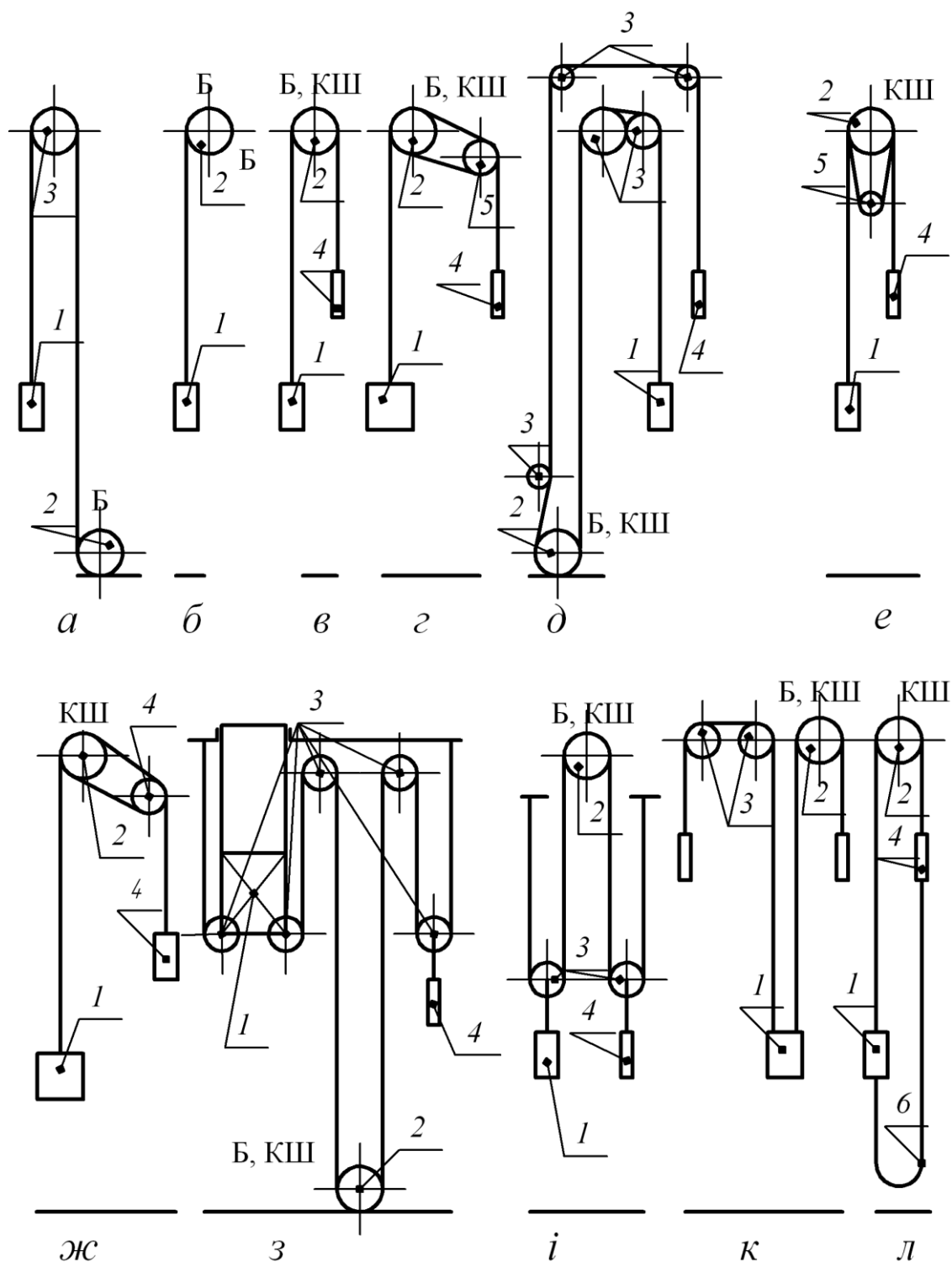


Рис. 2.1. Кінематичні схеми ліфтів: 1 – кабіна; 2 – барабан чи канатопривідний шків; 3 – відхильний ролик; 4 – противага; 5 – контрблок; 6 – зрівноважувальний канат

На рис. 2.1 зображено схеми ліфтів:

а) з нижнім розташуванням барабанної лебідки (Б); без противаги;

б) з верхнім розташуванням барабанної лебідки (Б) без проти- ваги;

в) з верхнім розташуванням барабанної (Б) чи фрикційної лебідки з канатопривідним шківом (КШ) та противагою 4 без від- хильного блока;

г) з верхнім розташуванням барабана (Б) або канатопривідного шківa (КШ) з контрблоком 5 та противагою 4;

д) з нижнім розташуванням барабана (Б) або канатопривідного шківa (КШ) з відхильними роликами 3, противагою 4;

е) з верхнім розташуванням канатопривідного шківa (КШ) 2, контрблоком 5, противагою 4;

ж) з верхнім розташуванням канатопривідного шківa (КШ) 2, який зміщений контрблоком 5, противагою 4;

з) з нижнім розташуванням барабана (Б) або канатопривідного шківa (КШ), поліспастовою підвіскою кабіни 1 і противагою 4;

і) з верхнім розташуванням барабана (Б) або канатопривідного шківa (КШ) і поліспастовою підвіскою кабіни ліфта 1 і противаги 4;

к) з верхнім розташуванням барабана (Б) або канатопривідного шківa (КШ), додатковою противагою 4, відхильними роликами 3;

л) з верхнім розташуванням канатопривідного шківa (КШ), із зрівноважувальним ланцюгом або канатом 6.

У схемах *а, б* застосовуються тільки барабанні лебідки; фрикційні лебідки придатні тільки для схем *е, ж, л*; в інших випадках можуть застосовуватися барабанні лебідки і канатопривідні шківи.

2.3. Загальна будова і робота ліфтів

На рис. 2.2 зображена схема ліфта з верхнім розташуванням лебідки.

Шахта, прямок шахти, машинне приміщення становлять будівельну частину ліфта; двигун, прилади керування, пристрої освітлення і сигналізація належать до електричної частини; інші елементи входять у механічну частину.

Контрблок 3 служить для підвищення тягової здатності канатопривідного шківa. За допомогою напрямних 7, 8 забезпечується стійке переміщення кабіни і противаги у вертикальному напрямку. За допомогою буферів 10 обмежується хід кабіни і противаги.

Таблиця 2.1

Характеристика ліфтів

Рис. 2.1	Основні особливості	Переваги	Недоліки	Галузь застосування
1	2	3	4	5
<i>a</i>	Нижнє розташування приводу; невеликі розміри кабіни; привід барабанний	Відсутність противаги	Складна конструкція; два машинних приміщення; підвищене навантаження на елементи будинку; прискорений знос каната; підвищена первісна і експериментальна вартість	Малі вантажні ліфти
<i>б</i>	Верхнє розташування приводу; підвищені поперечні розміри кабіни; привід барабанний	Відсутність противаги; проста конструкція; одне машинне приміщення; великий термін служби каната	Великі поперечні розміри шахти	Те ж саме
<i>в</i>	Привід барабанний (Б) чи з канатопривідним шківом (КШ); верхнє розташування приводу; кабіна – нормальна	Велика надійність; можливість застосування уніфікованих лебідок для високих будинків; менша споживана потужність; малі розміри лебідок	Наявність противаги	Звичайні ліфти
<i>г</i>	Наявність відхильного блока; верхнє розташування приводу барабанного типу; значні поперечні розміри кабіни	Можливість переміщення великогабаритних вантажів	Те ж саме	Те ж саме

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
<i>д</i>	Привід барабанний (Б) чи з канатопривідним шківом; розташування приводу – нижнє; наявність відхильних блоків; кабіна з підвищеними поперечними розмірами	Те ж саме, і менший шум при роботі лебідки; підвищена комфортабельність	Те ж саме і складність конструкції; великий знос канатів; великі експлуатаційні витрати	Вантажні, лікарняні, вантажо-пасажирські, пасажирські ліфти
<i>е</i>	Верхнє розташування лебідки; привід з канатопривідним шківом; наявність противаги, контр-шківа для збільшення сили тяжіння	Ті ж, що і для схеми <i>д</i>	Ті ж, що і для схеми <i>д</i> ; більший знос канатів	Пасажирські
<i>ж</i>	Ті ж і відхилене положення контр-шківа	Ті ж, що і для схеми <i>д</i>	Ті ж, що і для схеми <i>д</i> ; більший знос канатів	Те ж саме
<i>з</i>	Привід барабанний (Б) чи з канатопривідним шківом (КШ); розташування приводу – нижнє; наявність поліспастового підвішування кабіни і противаги; кабіна вичавлювальна	Відсутність верхнього розташування приводу і відповідних наземних споруд; зручність подачі вантажів	Складність конструкції	Тротуарні (вичавлювальні), вантажні, магазинні

Закінчення табл. 2.1

1	2	3	4	5
<i>i</i>	Привід барабанний (Б) чи з канатопривідним шківом (КШ); розташування приводу – верхнє; підвіска кабіни і противаги – поліспадна	Підвищена вантажопідйомність; менші навантаження на канати	Більший знос каната; велика довжина каната	Вантажні
<i>к</i>	Ті ж, що і для схеми <i>д</i> , і наявність додаткової противаги	Ті ж, що для схеми <i>д</i>	Наявність двох противаг ускладнює конструкцію і збільшує її вартість	Вантажні, вантажопасажирські і пасажирські
<i>л</i>	Ті ж, що і для схеми <i>в</i> , <i>е</i> , і наявність урівноважувального ланцюга	Збільшується тягова здатність канатопривідного шківа	Збільшується шум при роботі ліфта	Пасажирські

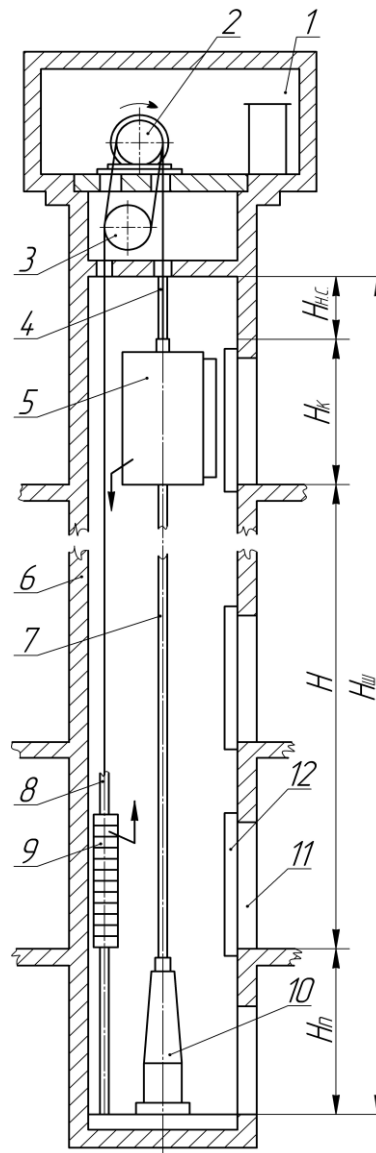


Рис. 2.2. Загальна схема ліфта: 1 – машинне приміщення; 2 – лебідка;
3 – контрблок; 4 – вантажні канати; 5 – кабіна; 6 – шахта;
7 – напрямні кабіни (дві); 8 – напрямні протизаги (дві);
9 – протизага; 10 – буфер кабіни; 11 – дверний проріз шахти;
12 – двері шахти

Підйом кабіни здійснюється за допомогою кнопкової панелі, встановленої в кабіні і з'єднаної гнучким дротом через клемову коробку в шахті з панеллю керування в машинному приміщенні.

При наближенні до потрібного поверху двигун відключається, замикається гальмо лебідки, включається привід автоматичного відчинення дверей кабіни і шахти. В аварійних ситуаціях (наприклад, при обриві й ослабленні вантажних канатів) спрацьовують установлені на кабіні (іноді і на протизазі) уловлювачі, що утримують кабіну від падіння.

На рис. 2.3 показані найбільш поширені схеми розміщення кабіни і противаг у шахті: *а* – противага позаду кабіни; *б* – противага позаду широкої кабіни; *в* – противага з боку глибокої кабіни; *г* – противага з боку глибокої прохідної кабіни.

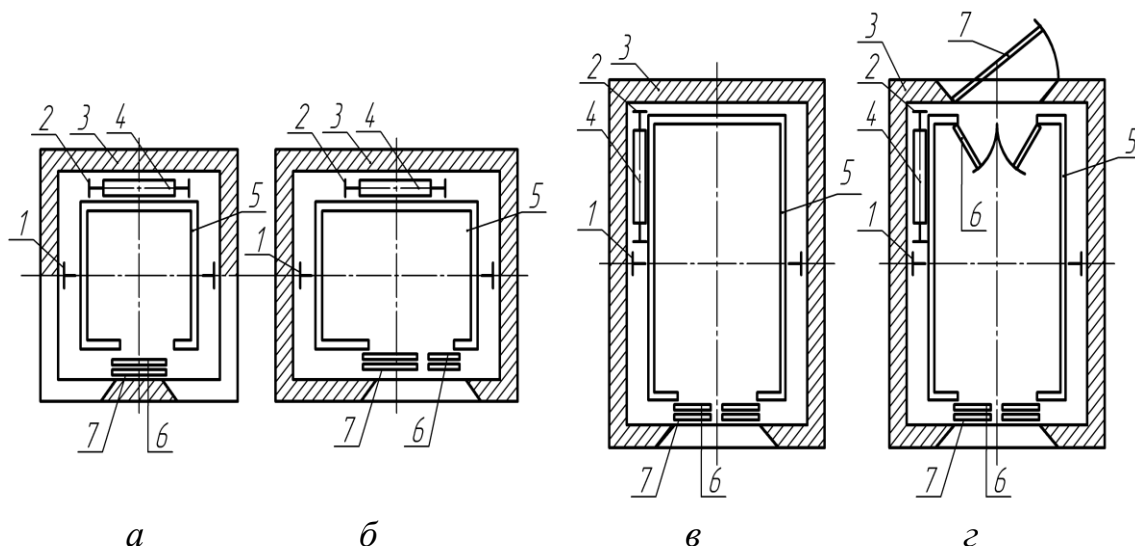


Рис. 2.3. Схеми розміщення кабін і противаг у ліфтовій шахті:
1 – напрямні кабін; 2 – напрямні противаги; 3 – шахта; 4 – противага;
5 – кабіна ліфта ; 6 – двері ліфтової кабіни; 7 – двері шахти ліфта

Схема *г* застосовується тоді, коли двері ліфта не можна розташувати на всіх поверхах з одного боку шахти чи коли на поверхових майданчиках доцільно мати два входи і виходи. Іноді потрібно створити пасажиропотік у ліфті за двома перпендикулярними напрямками. У цих випадках двері розташовують на двох сусідніх стінках кабіни і шахти, а напрямні кабін змонтовані в кутових частинах шахти по діагоналі кабіни.

Контрольні запитання

1. Сформулюйте визначення ліфта.
2. За якими ознаками класифікуються ліфти?
3. Накресліть і охарактеризуйте основні кінематичні схеми ліфтів.
4. Опишіть загальну будову ліфта.
5. Наведіть найбільш поширені схеми розміщення кабін і противаг у шахті.

3. РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЛІФТІВ

Якість і ефективність функціонування житлових, адміністративних і суспільних будинків і споруд значною мірою визначаються ступенем раціональності вирішення проблеми внутрішніх перевезень вантажів і пасажирів на основі застосування ліфтів та інших засобів ближнього транспорту.

Значне розмаїття конструкцій ліфтів і умов їх застосування значно ускладнює раціональний вибір параметрів, визначення необхідної кількості і схеми розташування ліфтового обладнання. При цьому доводиться враховувати статистичний характер зміни інтенсивності потоків вантажів і пасажирів. Для вирішення цих питань з урахуванням вимог відповідних розділів СНіП виконується розрахунок вертикального транспорту.

Успішності раціонального вибору параметрів і розміщення ліфтового обладнання можна домогтися завдяки системному підходу і оптимізації рішень за техніко-економічними критеріями.

До розрахункових параметрів ліфтів належать: вантажопідйомність, швидкість руху кабіни, прискорення (уповільнення), точність зупинки, продуктивність.

3.1. Вантажопідйомність

Номінальною вантажопідйомністю ліфта називають масу вантажу, на яку розрахований ліфт.

До складу вантажопідйомності входить маса тари, транспортних засобів та інших пристроїв, що не знаходяться постійно в кабіні. Масу кабіни з постійно розміщеним в ній устаткуванням (рейковими шляхами візків, монорейками, талями) у вантажопідйомність ліфта не включають.

Номінальною вантажопідйомністю пасажирського ліфта називають масу людей, що вільно заповнюють корисну площу підлоги кабіни.

Цю площу визначають за допомогою графіків, причому площа підлоги, що перекривається розстібними стулками, до складу корисної площі не входить. Маса однієї людини приймають рівною 80 кг.

Номінальна вантажопідйомність лікарняного ліфта становить 500 кг при площі кабіни $1,53 \times 2,5 = 3,75 \text{ м}^2$, що відповідає транспортуванню одного хворого на ношах чи візка з трьома супровідними і провідником ліфта.

Параметри ліфтів (вантажопідйомність, місткість кабіни, номінальна швидкість, висота підйому, кількість зупинок, вид будинку) визначаються за ГОСТ 5746-83 (для пасажирських і лікарняних) і за ГОСТ 8823-85, 8824-85 (для вантажних ліфтів).

В табл. 3.1 наведена вантажопідйомність ліфтів.

Таблиця 3.1

Вантажопідйомність ліфтів Q , кг

Ліфти			Кількість пасажирів	Лікарняні ліфти
малі вантажні	вантажні ГОСТ 8843-85 88211-84	пасажирські ГОСТ 5746-83		
100 160	400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 3200 4000 6300	400 500 630 800 1000 1250 1600	5 6 8 10 12 15 20	500

До складу параметрів вантажних ліфтів входить тип ліфта (малий загального призначення, вичавлювальний загального призначення). Під видом будівель розуміють: житлові, суспільні і будівлі промислових підприємств.

3.2. Швидкість

Розрізняють швидкості руху ліфтів: номінальну, робочу, граничну, ревізійну і установну.

Номінальною швидкістю називають розрахункову швидкість, прийняту відповідно до технічних завдань і стандартів.

Згідно з ГОСТ 5746-83 швидкості ліфтів для житлових будинків коливаються в межах 0,63...1,6 м/с, для суспільних і виробничих будинків – від 0,63 до 4 м/с. За ГОСТ 8823-85, 8824-85 швидкості руху кабіни звичайних вантажних ліфтів вибирають зі стандартного ряду. Відхилення, що допускається, від стандартної швидкості може становити не більше $\pm 15\%$.

Робочою швидкістю називають фактичну швидкість в експлуатаційних умовах.

Вона залежить від напруги в мережі, маси вантажу, сили опору руху кабіни.

Граничною швидкістю називають найбільшу швидкість, при якій спрацьовує уловлювач.

Ревізійною швидкістю називають швидкість, при якій ведеться огляд елементів ліфта з даху кабіни. Зазвичай ця швидкість не перевищує 0,36 м/с, однак допускається вести огляд ліфта при швидкості руху кабіни вниз – 0,71 м/с, якщо привід не забезпечує зниження швидкості.

Посадною швидкістю називають малу швидкість руху кабіни в момент її зупинки з метою одержання необхідної точності. Ця швидкість може бути в межах 0,1–0,25 м/с. Швидкості руху лікарняних ліфтів становлять 0,5 і 0,75 м/с, малих вантажних – 0,25 і 0,5 м/с (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Швидкості ліфтів, м/с

Ліфти			Кількість поверхів	Лікарняні ліфти
малі вантажні	вантажні	пасажирські		
—	0,18	—	9.....16 —//— 16...25 —//— >25	0,5
—	0,2	—		
0,25	} посадна швидкість	—		
—		—		
0,5	—	—		
	0,36 – ревізійна швидкість	0,63		
	0,5	0,1		
	0,63	1,6		
		2,5		
		4,0		
* – нормальні ліфти; ** – швидкісні ліфти.				

Застосування великих швидкостей викликано прагненням підвищити продуктивність ліфтів, скоротивши їх число. Це особливо важливо при інтенсивних вантажопотоках і стиснутих габаритах приміщень. Підвищення робочої швидкості лімітується потужністю електродвигуна, зносом устаткування і у підсумку – величиною експлуатаційних витрат. Одночасно збільшується первинна вартість устаткування не тільки у зв'язку із збільшенням його потужності, габаритів і ваги, але і через ускладнення пристроїв, які забезпечують точну зупинку кабіни, пристроїв, що зменшують шумові і вібраційні ефекти, підвищення вимог до точності виготовлення і монтажу ліфта. Підвищення швидкості вимагає збільшення ступеня точності всіх елементів ліфта. За даними літератури швидкість ліфта і його вартість знаходяться у прямій залежності. Наприклад, при збільшенні швидкості з 0,5–0,75 м/с до 2,5–3,5 м/с вартість ліфта збільшується у 4–5 разів. Тому вибір великих швидкостей при скороченні кількості проміжних зупинок виправдовується лише у випадках істотного підвищення продуктивності ліфта і скорочення тривалості руху кабіни. Наприклад, для підйому на висоту 30-поверхового будинку в кабіні тихохідного ліфта із швидкістю 0,5 м/с треба було б більше чотирьох хвилин часу. При виборі робочої швидкості варто враховувати також відстань між поверховими майданчиками і величини прискорень при розгоні (уповільненні при гальмуванні).

3.3. Прискорення (уповільнення)

З метою оптимального використання номінальної швидкості доцільно підвищувати значення прискорень на ділянках розгону і гальмування. Однак це, як правило, ускладнює електроустаткування, впливає на людей. Виявлено, що прискорення більш $2,5 \text{ м/с}^2$ викликають хворобливі відчуття, утому, заколисування. Тому найбільший ефект збільшення прискорень діє для швидкісних ліфтів. Як показують підрахунки, збільшення прискорення з $0,5$ до 2 м/с^2 дозволяє підвищити продуктивність ліфта на 20 % зі швидкістю кабіни 3,5 м/с. Тому для тихохідних ліфтів зазвичай призначають менші величини прискорень. Уявлення про це дають дані табл. 3.3.

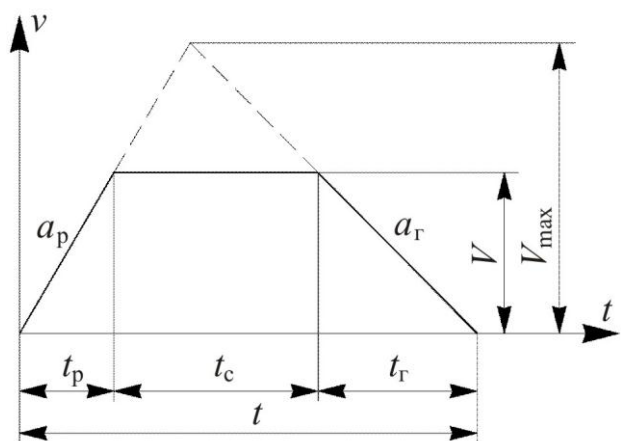
Як правило, допустимі прискорення обмежені величинами: для всіх ліфтів, крім лікарняного, – 2 м/с^2 , для лікарняного – 1 м/с^2 , при

натисканні кнопки «стоп» – 3 м/с^2 , при роботі вловлювачів, посадці кабіни на буфе-ри – 25 м/с^2 .

Таблиця 3.3

Прискорення, що рекомендуються,
при пуску і зупинці пасажирських ліфтів

Швидкість ліфта, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5
Максимальне прискорення, м/с^2	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0
Середнє прискорення, м/с^2	0,5	0,5	0,8	1,0	1,5	1,5



Вибір заданих значень швидкості і прискорення можна здійснити таким способом. Приймаючи діаграму швидкості у вигляді трикутника (рис. 3.1), визначимо площу останнього, що відповідає пройденому шляху H , м, за формулою

$$H = \frac{t \cdot V_{\max}}{2} = \frac{V_{\max}^2}{a}, \quad (3.1)$$

Рис. 3.1. Діаграма швидкості

де t – сумарний час пуску і гальмування підйомника, с; V_{\max} – максимальне значення обраної швидкості, м/с; прийнемо, що прискорення при розгоні дорівнює уповільненню при гальмуванні, $a_p = a_г = a$, м/с^2 .

Оскільки $H \leq H_{\Pi}$,

то

$$V_{\max}^2 = a \cdot H_{\Pi},$$

звідки

$$V_{\max} = \sqrt{H_{\Pi} \cdot a}, \quad (3.2)$$

де H_{Π} – відстань між майданчиками сусідніх поверхів, м.

Отже, величина швидкості руху кабіни ліфта при заданій відстані між поверховими майданчиками залежить від величини прийнятого прискорення (уповільнення) a . Для ліфтів будинків висотою 7–12 поверхів при $H_{\Pi} = 3,5 \text{ м}$ швидкість руху кабіни $V > 1,5 \text{ м/с}$ не може бути реалізована, тому що H може виявитися більше H_{Π} .

3.4. Точність зупинки кабіни

Точність зупинки кабіни характеризується відхиленням рівня підлоги кабіни, що зупиняється, від рівня підлоги поверхової площадки (коефіцієнтом точності). Це відхилення становить: ± 20 мм для лікарняних і вантажних ліфтів, що розвантажуються за допомогою візків; ± 50 мм для інших ліфтів.

Величиною, що характеризує точність зупинки кабіни, називають різницю між довжинами шляхів гальмування порожньої і навантаженої кабіни (рис. 3.2).

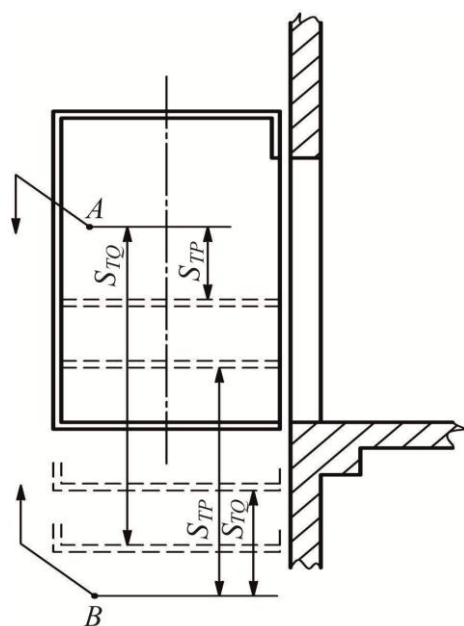


Рис. 3.2. Схема для визначення коефіцієнта точності зупинки кабіни

Під час руху кабіни вниз, мм,

$$K_{\text{вн}} = \frac{S_{TQ} - S_{TP}}{2}, \quad (3.3)$$

де S_{TQ} , мм; S_{TP} , мм – шлях гальмування завантаженої і розвантаженої кабіни відповідно. Під час руху кабіни вгору, мм,

$$K_{\text{вг}} = \frac{S_{TP} - S_{TQ}}{2}. \quad (3.4)$$

Зупинка кабіни з точністю ± 10 мм при величині прискорення та уповільнення $1,5 \text{ м/с}^2$ може бути зроблена при швидкості $V = 0,15 \text{ м/с}$. Для ± 50 мм – $V = 0,5 \text{ м/с}$, а при $V = 0,8 \text{ м/с}$ і такому ж прискоренні – $\pm 120\text{--}150$ мм. Тому збільшення швидкості ліфта часто обмежується точністю зупинки, що вимагається. При необхідності збільшити номінальну швидкість до $1,5\text{--}2 \text{ м/с}$ застосовують лебідки з мікроприводом чи двошвидкісними двигунами. У ліфтах зі швидкістю понад 2 м/с застосовують безредукторний привід з тихохідним двигуном постійного струму, регульованим електричним шляхом чи привід із двигуном змінного струму з тиристорним перетворювачем.

3.5. Продуктивність

3.5.1. Вантажні ліфти

Продуктивністю вантажного ліфта називається маса вантажу, перевезена ліфтом в одному напрямку за одиницю часу. Ця величина визначається за формулою, т/год,

$$\Pi = \frac{3600 \cdot \beta \cdot \gamma \cdot Q_n}{\frac{2 \cdot H}{V} + \sum t}, \quad (3.5)$$

де Q_n – номінальна вантажопідйомність ліфта, т; β – коефіцієнт використання номінальної вантажопідйомності; γ – коефіцієнт завантаження; H – висота підйому, м; V – швидкість підйому, м/с; $\sum t$ – час, що витрачається на зупинках кабіни, с.

Значення коефіцієнту використання і значення $t_3 + t_4$ для різних випадків наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Коефіцієнти використання і величина $t_3 + t_4$

Тип завантажування	β	$(t_3 + t_4)$, с
Самохідні візки, електрокари	0,55–0,6	5–6
Ручні візки	0,6–0,8	10
Вилочні завантажувачі	1	20–25

Коефіцієнт $\beta = Q/Q_n$, де Q – загальна маса вантажу, що завантажується (з урахуванням тари, що транспортується, і візків), т. Коефіцієнт $\gamma = Q_k/Q$, де Q_k – маса корисного вантажу. Зазвичай $\gamma = 0,4–0,5$ (при розміщенні вантажу на самохідних візках); $0,6–0,8$ (при використанні ручних візків); $0,8–1$ (при розміщенні вантажів навалом). Коефіцієнт $\beta = 0,8–0,85$ за несприятливих умов завантаження і $0,9–0,95$ – в інших умовах

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (3.6)$$

де t_1 – час, що витрачається на відчинення і зачинення дверей шахти і кабіни, с; t_2 – час пуску, с; t_3 – час завантаження кабіни, с; t_4 – час повернення тари, с; t_5 – час, необхідний для прискорення, уповільнення кабіни, с.

Час t_1 для неавтоматичних дверей у середньому близько 7 с;
 $t_2 = 2-4$ с (підхід до апарата, натискання кнопки)

$$t_5 = \left(\frac{1}{a_p} + \frac{1}{a_r} \right) V \cdot n + t_b, \quad (3.7)$$

де a_p , a_r – прискорення при розгоні (гальмуванні), м/с²; n – число проміжних зупинок; $t_b \approx 1,5$ с – час вирівнювання робочого графіка руху кабіни.

Висота підйому промислових підприємств рідко перевищує 20 м. Тому на рух кабіни витрачається менше часу, ніж на стоянку. За цих умов збільшення швидкості істотно не впливає на продуктивність, підвищити яку можна шляхом підвищення вантажопідйомності. При цьому вартість ліфта збільшується порівняно не набагато. За деякими даними вона зростає пропорційно кореню кубічному відносно до вантажопідйомності. Кількість ліфтів $n = \Pi_{\text{заг}}/\Pi$, де $\Pi_{\text{заг}}$ – загальний годинний вантажопотік у тоннах.

3.5.2. Пасажирські ліфти

Під *продуктивністю пасажирського ліфта* (A_p) розуміють кількість пасажирів, які перевозяться ліфтом за одиницю часу.

При проектуванні пасажирських ліфтів необхідно знати інтенсивність пасажиропотоків у різні часи доби. Щоб не було затримок при обслуговуванні пасажирів, ліфт треба розраховувати на максимальний п'ятихвилинний пасажиропотік. Тоді в інший час ліфт буде недовантажений і буде мати менше вмикань. На рис. 3.3, а, б наведені типові графіки пасажиропотоків для адміністративних будівель (а) і для житлових будівель (б).

Інтенсивність розрахункових пасажиропотоків устанавлюється за наведеними нижче формулами.

Для житлових будинків, магазинів, адміністративних будівель, пас/хв

$$A_p = K_0 \cdot \frac{K_k \cdot F_{\Pi}}{f_{\Pi\Pi}} \cdot (n_{\Pi} - 2), \quad (3.8)$$

де K_0 – коефіцієнт пасажиропотоку (табл. 3.5); K_k – коефіцієнт корисної площі; F_{Π} – площа поверху, м²; $f_{\Pi\Pi}$ – норма площі на одного пасажирів, м²; n_{Π} – кількість поверхів.

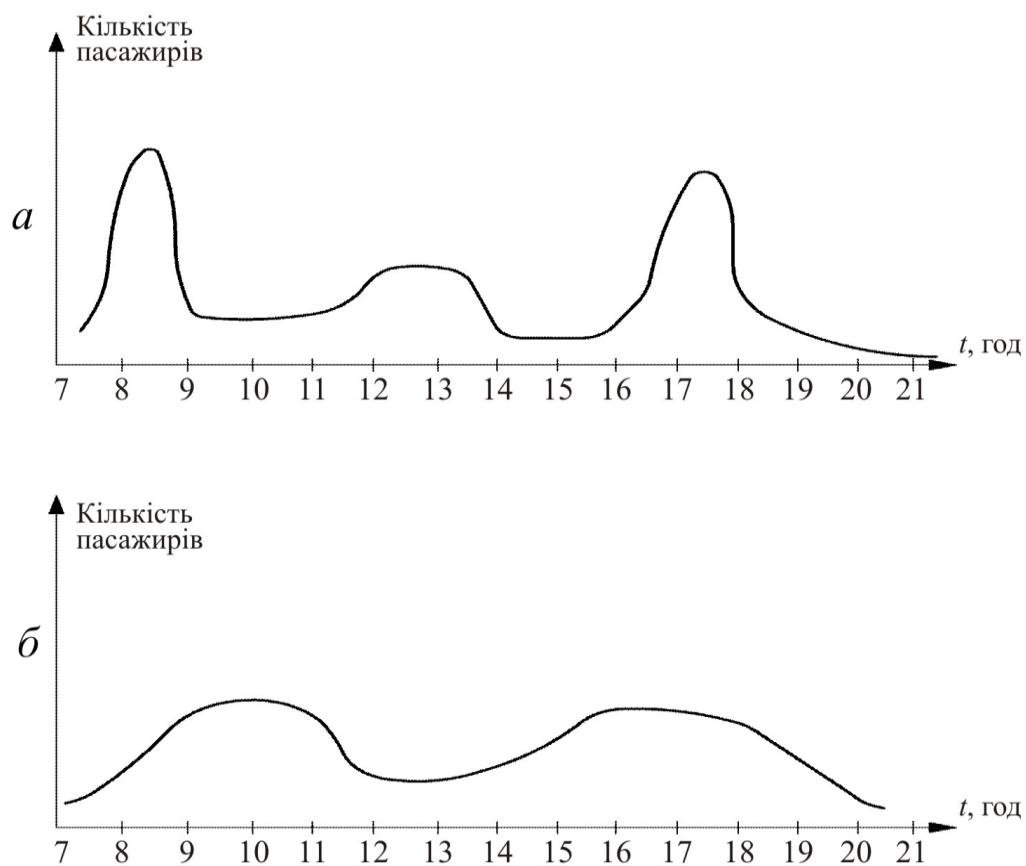


Рис. 3.3. Типові графіки пасажиропотоків:
a – адміністративні будівлі; *б* – житлові будинки

Таблиця 3.5

Коефіцієнти K_0 і K_n

Призначення будівлі	Коефіцієнти			Характер пасажиропотоку
	K_0	K_n	$f_{пл}, м^2$	
Адміністративні	0,15–0,2	0,8	7–10	в одному напрямку
Магазини	0,1–0,5	0,2	2,7–3,6	у двох напрямках
Житлові будівлі	0,03–0,05	0,7	7–9	у двох напрямках
Навчальні заклади	0,2–0,035	–	–	в одному напрямку
Готелі	0,05–0,07	–	–	у двох напрямках
Оглядові будівлі	0,15–0,2	–	–	в одному напрямку

Для навчальних закладів, пас/хв,

$$A_p = K_0 \cdot A_{ст}, \quad (3.9)$$

де $A_{ст}$ – загальна кількість аудиторних місць, розташованих вище другого поверху.

Для оглядових будівель та готелів, пас/хв,

$$A_p = K_0 \cdot K_m \cdot n_m, \quad (3.10)$$

де n_m – кількість місць; K_m – кількість людей на одне місце; $K_m = 1$ – для оглядових будівель; $K_m = 1,5$ – для готелів.

Продуктивність ліфта залежить від швидкості руху кабіни; значення прискорення під час пуску та гальмування; вантажопідйомності; типу дверних пристроїв.

Годинна продуктивність визначається за формулою, пас/год,

$$Q_T = \lambda \cdot \frac{3600 \cdot Z \cdot \gamma}{T}, \quad (3.11)$$

де Z – кількість пасажирів у кабіні, пас.; γ – коефіцієнт завантаження кабіни у піковий час; $\gamma = 1$ – для адміністративних, оглядових і навчальних будівель; $\gamma = 0,5–0,6$ – для житлових будинків; $\gamma = 0,7–0,8$ – для магазинів та готелів; λ – коефіцієнт, який враховує характер вантажопотоку у піковий час; $\lambda = 1$ – для пасажиропотоку в одному напрямку; $\lambda = 0,6–0,7$ – для пасажиропотоку у двох напрямках; T – тривалість циклу, с.

$$Z = \frac{Q}{g_{\text{л}}}, \quad (3.12)$$

де Q – вантажопідйомність ліфта, кг; $g_{\text{л}} = 80$ кг – вага одного пасажирів.

$$T = \left(\frac{2H}{V_{\text{max}}} + \sum_{i=1}^n t_i \right), \quad (3.13)$$

де $\frac{H}{V_{\text{max}}}$ – тривалість руху в один бік, с; $\sum_{i=1}^n t_i$ – час на додаткові операції, с.

У часи пік, м,

$$H = H_{\text{max}} = H_{\text{ш}} - H_{\text{в.п}}, \quad (3.14)$$

де $H_{\text{ш}}$ – будівельна висота від 1-го поверху до шахти; $H_{\text{в.п}}$ – висота верхнього поверху.

Для житлових будівель, готелів і магазинів, м,

$$H = H_{\text{сер}} = 0,5 \cdot (H_{\text{ш}} - H_{\text{в.п}}) \cdot \left(1 + \frac{N_{\text{йм}}}{N_{\text{м}}}\right) + H_{\text{експ}}, \quad (3.15)$$

де $H_{\text{експ}}$ – експресна висота, яка не обслуговується ліфтом, м;

$$H_{\text{експ}} = n_1 \cdot \frac{H_{\text{max}}}{n_e - 1}, \quad (3.16)$$

де n_1 – номер поверху першої зупинки ліфта; n_e – кількість поверхів у будинку; $N_{\text{йм}}$ – число ймовірних зупинок; $N_{\text{м}} = n_e - 2$ – число можливих зупинок.

$$N_{\text{йм}} < N_{\text{м}};$$

$$N_{\text{йм}} = N_{\text{м}} - N_{\text{м}} \cdot \left(\frac{N_{\text{м}} - 1}{N_{\text{м}}}\right)^{\gamma Z}. \quad (3.17)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i = 1,1 \cdot \left[(t_1 + t_2 + t_3) \cdot (N_{\text{йм}} + 1) + (t_4 + t_5) \cdot \gamma Z \right], \quad (3.18)$$

де t_1 – час пуску та зупинки ліфта, с (табл. 3.6); t_2 – час вмикання та вимикання ліфта; t_3 – час відчинення та зачинення дверей кабіни і шахти; t_4 – час входу пасажирів в кабіну; t_5 – час виходу пасажирів з кабіни (табл. 3.7); $t_6 = 0,1 \sum_{i=1}^n t_i$ – додаткові витрати часу.

Таблиця 3.6

Час пуску та зупинки ліфта t_1 , с

$V_{\text{max}},$ м/с	0,5	0,65	1	1,5	2,5	3,5	4
$a,$ м/с ²	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	1,5	2
$t_1,$ с	2	2,26	2,5	3	3,5	4	4,5

Таблиця 3.7

Час t_3, t_4, t_5, c

$t_2, \text{ с}$	$t_3, \text{ с}$		$t_4, \text{ с}$		$t_5, \text{ с}$
	Зачинення дверей		Кількість пасажирів		
	ручн.	автомат.	1 пас.	2 пас.	
2...3	5...6	3...4	1	0,5	0,8

Необхідна кількість ліфтів визначається за формулою

$$n_{\text{л}} = \frac{60}{5} \cdot \frac{A_p}{Q_{\Gamma}} = 12 \cdot \frac{A_p}{Q_{\Gamma}}. \quad (3.19)$$

Для остаточного вибору кількості пасажирських ліфтів перевіряють тривалість очікування пасажирями повернення кабіни на перший поверх, с.

$$t_{\text{оч}} = \frac{T}{n_{\text{л}}}. \quad (3.20)$$

Для адміністративних та оглядових будівель $t_{\text{оч}} = 30 - 45$ с; для житлових будинків $t_{\text{оч}} = 40 - 60$ с.

Для швидкохідних ліфтів, що обслуговують великі пасажиропотоки, рекомендуються площі кабіни від 3 до $4,5 \text{ м}^2$. Розрахунок продуктивності ведеться з припущенням, що перевезення пасажирів здійснюється в одному напрямку і експлуатаційній вантажопідйомності 80 % від номінальної. Під час перевезення в обох напрямках число людей, перевезене в одному напрямку, рекомендується приймати рівним $2/3$ від розрахункового пасажиропотоку, найбільше значення якого можна визначити, використовуючи коефіцієнт β (табл. 3.8):

$$A_p = \beta \cdot N, \quad (3.21)$$

де N – загальна залюдненість будинку.

Таблиця 3.8

Значення коефіцієнта β

№	Тип будівлі		β
1	Житлові будинки		1/10...1/20
2	Готелі		1/10...1/30
3	Адміністративні, навчальні	Одночасний початок роботи	1/5...1/7
		Різночасний	1/5...1/10

Як видно, на продуктивність руху ліфта найбільше впливає місткість кабіни і швидкість її руху. Розрахунки показують, що при швидкості кабіни 1...1,5 м/с і висоті підйому на 10-й поверх збільшення вантажопідйомності вдвічі підвищує продуктивність ліфта тільки в 1,6...1,7 раза, при цьому збільшується час циклу. Збільшення швидкості з метою підвищення продуктивності доцільно лише в середньому діапазоні швидкостей і при малому числі зупинок. Наприклад, збільшення швидкості з 0,75 м/с удвічі при малій кількості зупинок підвищує продуктивність у 1,5 раза. У той же час таке ж підвищення швидкості з 1,75 м/с збільшує продуктивність тільки в 1,2 раза, тому що збільшуються витрати часу на пуск і гальмування.

Контрольні запитання

1. Назвіть розрахункові параметри ліфтів.
2. Як вибирається вантажопідйомність ліфтів?
3. Як вибирається швидкість ліфтів?
4. Які нормативні значення прискорень ліфтів?
5. Як розраховується точність зупинки кабіни?
6. Що таке продуктивність вантажного ліфта і як вона визначається?
7. Що таке продуктивність пасажирського ліфта і як вона визначається?
8. Схарактеризуйте шляхи підвищення продуктивності пасажирських ліфтів.

4. ПІДЙОМНІ МЕХАНІЗМИ

4.1. Загальна будова

До конструкцій підйомних механізмів ліфтів, крім загальних, ставляться додаткові спеціальні вимоги, а саме: підвищена надійність; висока точність, особливо для вантажних ліфтів, що завантажуються за допомогою візків; безшумність і плавність роботи; відсутність поштовхів і вібрацій; компактність лебідок, що забезпечує якомога менші габарити машинних приміщень. За типом передач від двигунів лебідки механізми підрозділяються на редукторні і безредукторні, за конструкцією органа навивання вантажного каната – на барабанні і фрикційні (з канатопривідними шківами). У барабанних лебідках кінці вантажних канатів закріплюються на барабанах за допомогою болтових планкових затискачів; у фрикційних лебідках канати обвивають канатопривідний шків і приводяться в рух силою тертя між канатами і канавками шківів.

При розміщенні лебідки над шахтою ліфта барабан забезпечується однозахідним двобічним напівкруглим навантаженням, а кінці канатів попарно закріплюються на обох його частинах; при

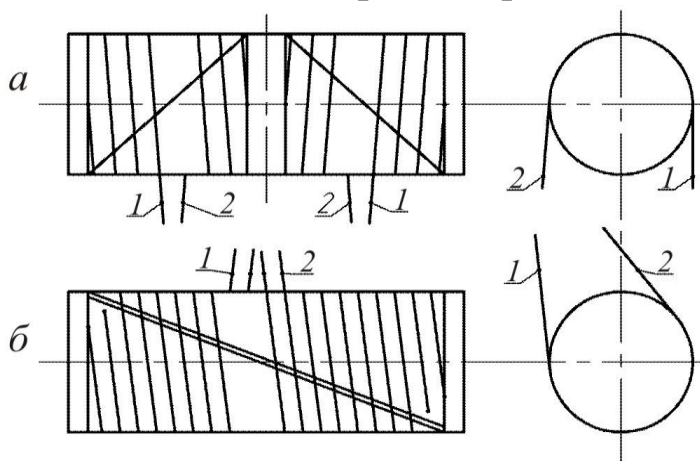


Рис. 4.1. Схеми розташування канатів на барабані при установленні лебідки нагорі шахти (а) та знизу (б): 1 – до кабіни; 2 – до противаги

розташуванні лебідки в нижній частині шахти застосовують барабан із двозахідним однобічним напівкруглим навантаженням (правим чи лівим), причому канати кабіни кріпляться з одного боку, а канати противаги – з іншого (рис. 4.1).

Основними недоліками барабанних лебідок є великі габаритні розміри барабанів, які залежать від висоти підйому, що призводить до збільшення розмірів лебідок і машинних приміщень; необхідність виготовлення різних типорозмірів барабанів для ліфтів з різною висотою підйому; недостатня надійність. Тому барабанні лебідки застосо-

вують рідко і в основному для вантажних ліфтів великої вантажопідйомності з невеликою висотою підйому або в разі потреби відмови використання противаг. Наприклад, в Англії барабанні лебідки застосовуються для будинків з висотою до 45 м.

Лебідки з канатопривідними шківками відрізняються такими основними перевагами: мають менші розміри, що не залежать від висоти підйому; відносно мала вага і менша вартість; забезпечують можливість нормалізації розмірів лебідок для будинків різної висоти; менш небезпечні завдяки застосуванню багатоканатних підвісок. Як недолік можна відзначити можливість прослизання канатів на блоках у разі появи випадкового нерозрахованого опору.

Як правило, у ліфтових лебідках застосовують черв'ячні редуктори з верхнім чи нижнім розташуванням черв'яка. Висота редуктора з верхнім розташуванням черв'яка майже на 30 % менша, ніж висота редуктора з нижнім розташуванням черв'яка, тому остання лебідка орієнтовно на 17 % важча за першу. Зустрічаються лебідки вантажних ліфтів з канатопривідним шківком з комбінацією черв'ячно-циліндричних зубчастих передач.

Для ліфтів зі швидкостями руху кабіни $V / 2$ м/с застосовують безредукторні лебідки з двигунами постійного струму частотою обертання якоря менше 40...50 об/хв, що входять до складу мотор-генераторного приводу. За допомогою цих приводів забезпечуються безступеневі зміни швидкості, підвищена плавність пуску і гальмування, зменшення шуму і вібрації, підвищення точності зупинки кабіни.

Кожна лебідка забезпечується знімальним штурвалом, що дозволяє вручну переміщати кабіну під час ремонту і монтажу підйомника. Лебідки великої потужності з малим передаточним числом або безредукторні можуть не мати цього пристрою, якщо існує можливість пересувати кабіну машинним приводом зі швидкістю $V \leq 0,25$ м/с.

Канатопривідні блоки лебідок виготовляються литими з сірого чи модифікованого чавуну. Профілі канавок (рис. 4.2) виготовляють: напівкруглими (а), напівкруглими з підрізами (б), клиноподібними (в), клиноподібними з підрізами (г).

Напівкруглий профіль канавки забезпечує максимальний термін служби каната і канавки, однак не має достатньої тягової здатності, що змушує збільшувати кут охоплення шківки шляхом застосування контр-блока, тобто ускладнення конструкції.

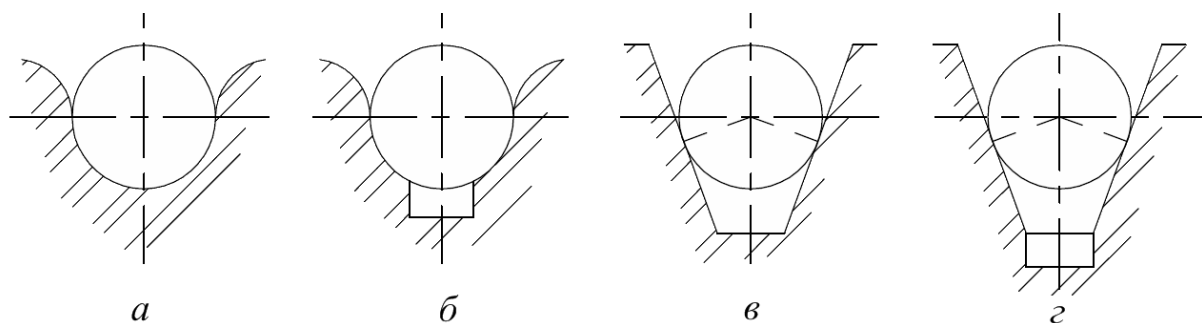


Рис. 4.2. Профілі канавок канатопривідного шківа:
а – напівкругла; *б* – напівкругла з підрізом; *в* – клиноподібна;
г – клиноподібна з підрізом

Напівкругла канавка з підрізом збільшує тягову здатність приводу, зберігаючи її постійною, однак умови роботи каната і шківа погіршуються.

Клинова канавка дозволяє значно збільшити тягову здатність канатопривідного приводу, однак при цьому істотно збільшується знос каната шківа і зменшуються тягові якості.

Відвідні блоки застосовуються у випадку, коли лебідка розташовується внизу шахти чи є необхідність збільшити відстань між канатами кабіни і противаги; контрблоки – в ліфтах з подвійним охопленням канатопривідного шківа. Діаметр цих блоків зазвичай не менший 500 мм, канавки напівкруглої форми, матеріал – сірий чи модифікований чавун. З метою зменшення кута відхилення каната від вертикалі канавки контршківа зміщують уздовж осі щодо канавок канатопривідного шківа наполовину відстані між осями канавок.

4.2. Регулювання швидкості

Існує два способи регулювання швидкості ліфтів: *електричний* і *механічний*. Електричний спосіб регулювання досягається шляхом використання асинхронних двошвидкісних двигунів короткозамкнутого типу, двигунів постійного струму, електродвигунів з тиристорним керуванням. Недоліками приводу від асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором є обмежена потужність і необхідність застосування пристроїв для забезпечення малої швидкості руху кабіни; споживання з мережі багато енергії під час пуску.

Електродвигуни з фазним ротором споживають з мережі під час пуску менше енергії, але використовуються рідше короткозамкнених

двигунів через більшу складність і вартість. Їх використання доцільне у випадках обмеженої потужності трансформаторної підстанції, що підживлює ліфтову установку струмом.

Електропривід з двошвидкісним асинхронним двигуном застосовують при швидкості руху кабіни пасажирського ліфта до 1 м/с, вантажного – до 0,5 м/с; привід постійного струму – при швидкості руху кабіни вище 1,4 м/с. Він складніше і має більшу вартість. Основною позитивною якістю такого приводу є можливість регулювання частоти обертання ротора в широких межах. Так, за допомогою спрощеної системи Г–Д можна досягти діапазону регулювання швидкості до 10.

У ліфтах зі швидкістю руху кабіни понад 1,6 м/с застосовують більш простий тиристорний електропривід, що має переваги: малі габарити; відсутність додаткових електричних машин (як у системі Г–Д); можливість одержання регульовальних характеристик необхідної якості.

Механічне регулювання – при швидкості руху кабіни до 2–2,5 м/с забезпечується за допомогою мікроприводу (рис. 4.3), що включається в роботу під час підходу кабіни до поверхового майданчика за допомогою фрикційної муфти 5, керованої електромагнітом 6. Замість фрикційної муфти може застосовуватися електромагнітна муфта.

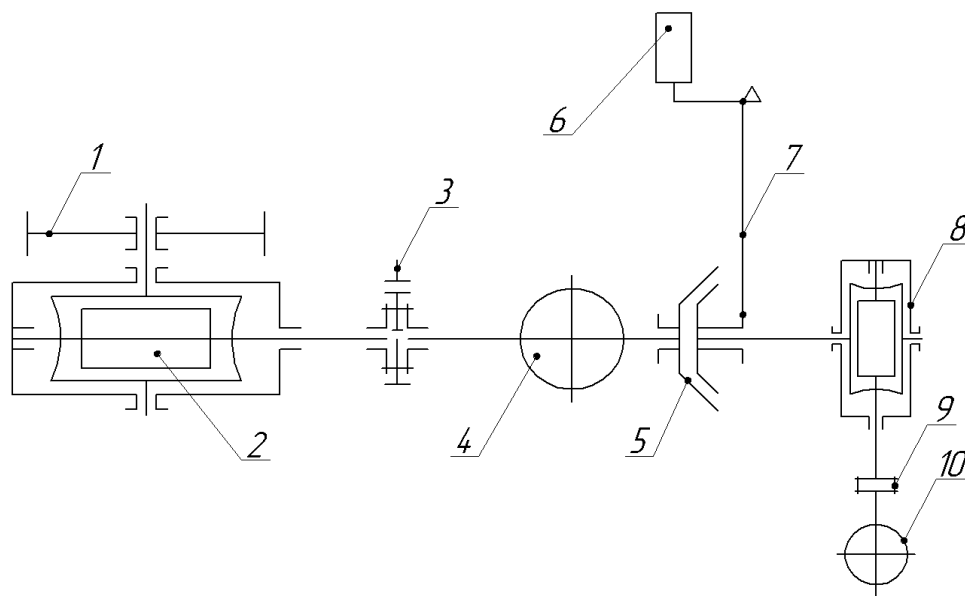


Рис. 4.3. Схема лебідки з мікроприводом:

- 1 – канатопривідний шків; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – гальмо;
4 – двигун; 5 – конічна муфта; 6 – електромагніт; 7 – важіль;
8 – черв'ячний редуктор; 9 – муфта; 10 – мікродвигун

Зустрічаються схеми, в яких включення фрикційної муфти виконується пружиною, а відключення – електромагнітом. Остаточне стопоріння лебідки при підході кабіни до заданого рівня здійснюється гальмом *З* або гальмом мікроприводу.

Іноді мікропривід з'єднують з черв'ячним валом редуктора або вставляють у канатопривідний шків. У цьому випадку мікропривід, що складається з двигуна, черв'ячного редуктора і гальма, прикріплюється до внутрішньої частини шківів та обертається разом з ним. Замість мікроприводу між двигуном і валом черв'яка може використатися планетарна муфта.

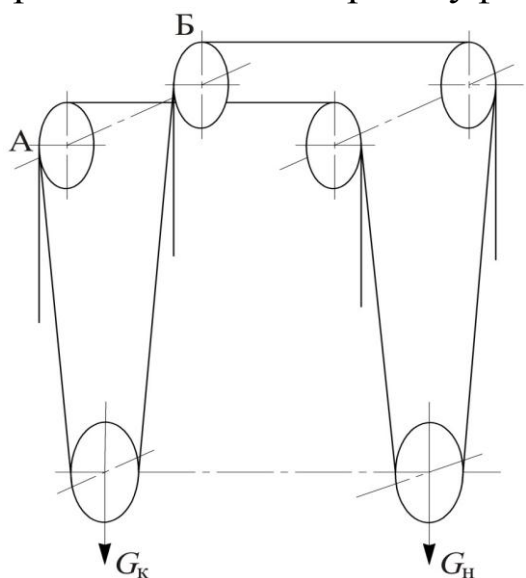


Рисунок 4.4 – Схема дводвигунової лебідки

Достатня точність зупинки може бути отримана за допомогою двох лебідок з різними коловими швидкостями канатопривідних шківів (рис. 4.4). Так, ліфт, побудований за цією схемою, може працювати з чотирма швидкостями: $V_1/2$ (працює лебідка А), $V_2/2$ (працює лебідка Б); $(V_1 + V_2)/2$ (працюють обидві лебідки в одному напрямку); $(V_1 - V_2)/2$ (працюють обидві лебідки в різних напрямках). Тут означено: V_1 , V_2 – колові швидкості шківів А і Б відповідно.

4.3. Установлення лебідок

Лебідки монтуються на масивній чавунній плиті або на зварній рамі. Якщо лебідка розташовується збоку шахти, то в цьому випадку напрямні блоки й опорні балки розташовуються відповідно до рис. 4.5.

Для ізоляції будинків від шуму під час роботи ліфта між фундаментом і ґрунтом прокладають звукоізоляційний матеріал (гуму). Кількість подушок обмежується величиною допустимого тиску, який дорівнює 0,6...1 МПа. Прогини опорних балок не повинні бути більшими від 1/1000...1/2000 прогону, а абсолютна величина прогину – не перевищувати 5 мм. При установленні лебідок наверху шахти слід дотримуватися вертикального розташування канатів кабіни і противаги. В іншому випадку використовують напрямні блоки.

Якщо неможливо скористатися двома попередніми рішеннями, допускають деякі відхилення канатів від вертикалі $a \leq 20$ мм, при цьому $\text{tg } \beta \leq 0,03$ (рис. 4.6).

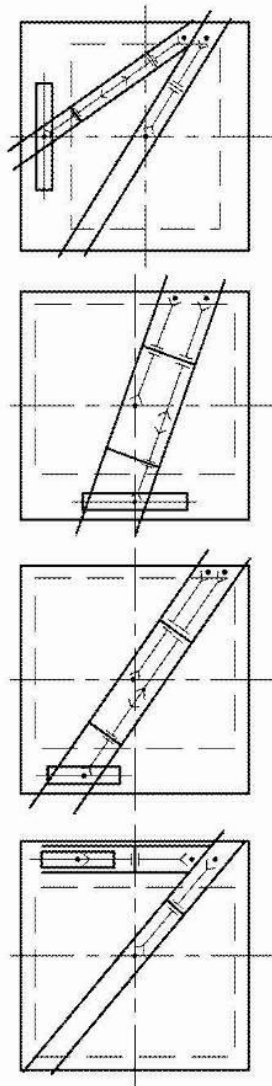


Рис. 4.5. Схема установлення напрямних блоків

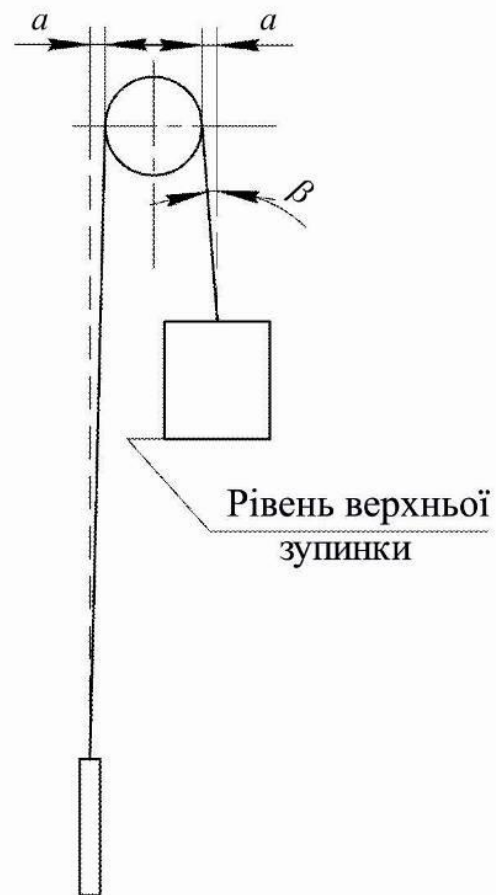


Рис. 4.6. Схема установлення лебідки

До будови, способів регулювання швидкості та установки підйомних механізмів ліфтів пред'являють спеціальні підвищені вимоги до надійності, точності, компактності і плавності роботи. Для забезпечення цих вимог в ліфтових підйомниках застосовуються канатопривідні шківи, які дають можливість уніфікувати типорозміри лебідок незалежно від висоти піднімання. Більш сприятливим способом регулювання швидкості є електричний привод, що дозволяє досягти менше споживання енергії під час пуску та гальмування приводу, бі-

льшу плавність і точність роботи. Забезпечення меншої шумності і вібрації досягається встановленням лебідок на масивні плити і фундаменти, а також використанням шумоізоляційних матеріалів.

Контрольні запитання

1. Опишіть конструкцію піднімальних лебідок ліфтів.
2. Які вимоги ставляться до стійкості цих лебідок?
3. Якими недоліками характеризуються барабанні і фрикційні лебідки?
4. Коли застосовуються безредукторні лебідки?
5. Опишіть конструкцію канатопривідних шківів і профілей канавок. Охарактеризуйте їх переваги і недоліки.
6. Схарактеризуйте способи електричного регулювання швидкості.
7. Коли застосовують мікроприводи? Як улаштовані і працюють лебідки з мікроприводами?
8. Яким чином установлюються лебідки ліфтів?

5. РОЗРАХУНОК ЛЕБІДОК ЛІФТІВ

5.1. Вантажні канати

Основним підприємством з виробництва канатів в Україні є АТ «Силур». Річний випуск ліфтових канатів досягає 1,5–2 тис. т на рік. В основному це канати, що виготовляються відповідно до ГОСТ 3077-80 і закордонного стандарту DIN 3058, конструкції $6 \times 19 (1 + 9 + 9)$ діаметром 8,0–12,0 мм з органічним і металевим осердям маркувальної групи 1570–1770 Н/мм². Діапазон діаметрів дротів, які використовуються в даних канатах, лежить у межах 0,36–1,10 мм.

Оснащення висотних будинків сучасними швидкісними ліфтами вимагає високих якісних характеристик їх роботи, а отже, зростають вимоги до якості канатів: підвищення терміну служби канатів і терміну служби робочих органів шківів на ліфтах. Ліфтові восьмипрядні канати, що виготовляються на заводі, відповідно до закордонного стандарту DIN 3062 конструкції «Seale» $8 \times 19 (1 + 9 + 9)$, мають велику опорну поверхню, що дозволяє збільшити термін служби і працездатність ліфтових канатів. На заводі розроблені ліфтові канати типу «Seale» з трьома видами осердь: $8 \times 19 + 6 \times 7 + 1 \times 7$ (металеве осердя у вигляді каната з центральним органічним пасмом); $8 \times 19 + 6 \times 7 + PE$ (металеве осердя у вигляді каната з центральним органічним пасмом); $8 \times 19 + PE$ (органічне осердя). Діаметр цих канатів від 8 до 16 мм.

З метою зменшення жорсткості ліфтових канатів і, як наслідок, збільшення їх терміну служби, а також зменшення тиску на поверхню шківів «Силур» виготовляє ліфтові канати з двома класами міцності: зовнішні дроти пасма мають маркувальну групу 1370 Н/мм², внутрішні дроти пасма і дроти осердя – 1770 Н/мм². Маркувальна група каната при цьому 1570 Н/мм².

Запас міцності каната розраховується за формулою

$$k = \frac{P \cdot n}{S_{\max}} \geq [k], \quad (5.1)$$

де P – розривна сила каната, Н; n – число канатів; $[k]$ – допустиме значення міцності каната; S_{\max} – максимальне навантаження на канат, Н;

$$S_{\max} = \frac{G_k + G_n}{n}, \quad (5.2)$$

де G_k – вага кабіни, включаючи вагу найбільшої довжини вантажних канатів, Н; G_n – вага номінального вантажу, Н.

Число окремих канатів, на яких підвішується кабіна і противага, повинно бути не менш зазначеного в табл. 5.1.

Для всіх, крім вантажних ліфтів, мінімальний діаметр каната – 10 мм. Запас міцності каната визначають за даними табл. 5.2.

Таблиця 5.1

Кількість канатів n

Тип ліфта	Барабанна лебідка	Фрикційна лебідка	
		≤ 350 кг	≥ 350 кг
Пасажирський, вантажопасажирський	2	3	4
Лікарняний	2	–	4
Вантажний	1	2	2
Малий вантажний	1	2	–

Таблиця 5.2

Мінімальний коефіцієнт запасу міцності

Лебідка	Швидкість, м/с	Тип ліфта	
		вантажний і малий $[k_{\min}]$	пасажирський, вантажопасажирський, лікарняний $[k_{\min}]$
Барабанна	≤ 1	8	9
Фрикційна	≥ 1	10	12
Фрикційна	1...2	11	13
Фрикційна	2...4	12	14
Фрикційна	≥ 4	13	15

5.2. Зрівноважувальні канати

Для запобігання зміни натягу канатів кабіни і противаги при підйомі (опусканні) кабіни застосовують зрівноважувальний канат чи ланцюг, який одним кінцем прикріплюється до кабіни, іншим – до противаги. Якщо противага встановлюється в окремій шахті, то для

зрівноважування застосовують два незалежних канати (два ланцюги). На рис. 5.1 показана схема зрівноважування одним канатом (а); двома канатами (б); одним канатом, прикріпленим одним кінцем до противаги, іншим – до середини шахти (в).

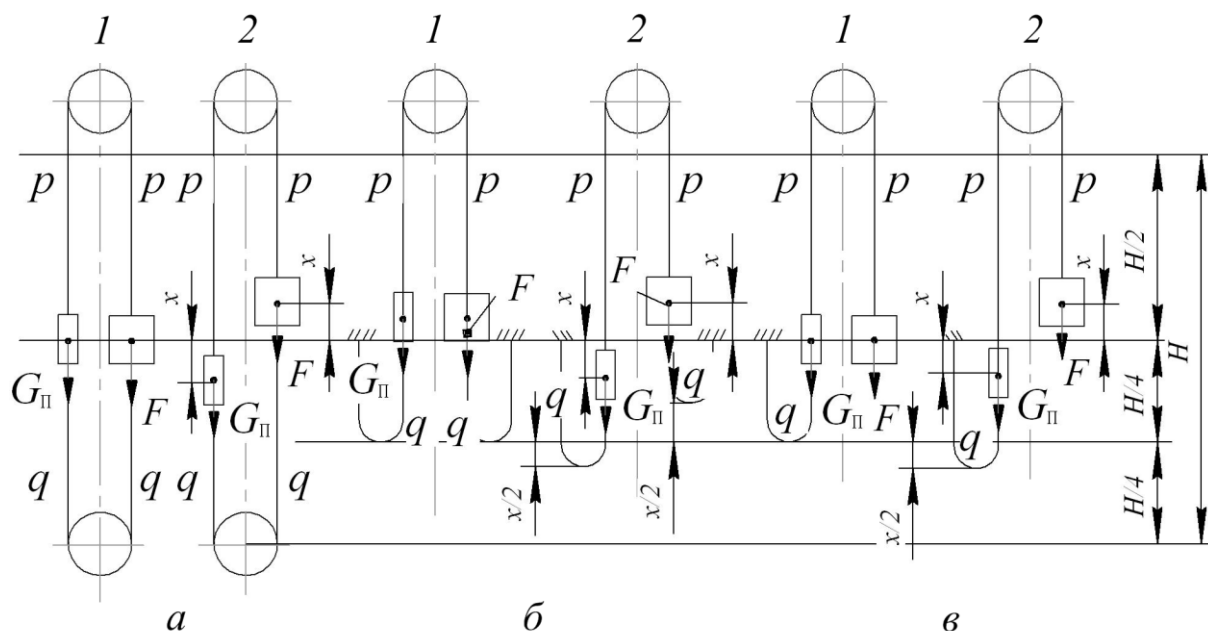


Рис. 5.1. Схеми зрівноважування вантажних канатів

Схема а. Розглянемо два положення: перше – кабіна і противага розташовані посередині шахти; друге – кабіна піднята на відстань x , противага відповідно опущена на ту ж висоту.

Нехай у кабіні знаходиться вантаж ψG ($\psi < 1$), що разом з вагою кабіни P дорівнює вазі противаги $G_{\text{п}}$. Означимо $F = P + \psi G_{\text{п}}$. У цьому випадку в першому положенні вся схема підйомника знаходиться у стані статичної рівноваги.

Щоб зберегти цей стан у другому положенні елементів підйомника, необхідно дотримуватися умови

$$G_{\text{п}} + 2 \cdot p \cdot x = P + \psi \cdot G + 2 \cdot q \cdot x, \quad (5.3)$$

де p, q – вага одного погонного метра вантажного і відповідно зрівноважувального каната.

Оскільки $G_{\text{п}} = P + \psi \cdot G$, то $2 \cdot p \cdot x = 2 \cdot q \cdot x$, звідки випливає, що $p = q$.

При n вантажних канатів

$$q = n \cdot p. \quad (5.4)$$

Схема б. У першому стані підйомника система знаходиться у стані статичної рівноваги, тому що $G_{\Pi} = P + \psi \cdot G$. У другому стані кабіна перемістилася на величину x уверх, а протизага опустилаця на ту ж відстань униз, нижня частина підйомника знаходиться у стані статичної рівноваги, якщо виконується умова

$$G_{\Pi} + 2 \cdot p \cdot x + q \left(\frac{H}{4} + \frac{x}{2} - x \right) = P + \psi \cdot G + q \left(\frac{H}{4} - \frac{x}{2} + x \right). \quad (5.5)$$

Оскільки

$$G_{\Pi} = P + \psi \cdot G,$$

то в цьому випадку $q = 2p$.

При кількості вантажних канатів n

$$q = 2n \cdot p. \quad (5.6)$$

Схема в. У цьому випадку для першого стану підйомника маємо

$$G_{\Pi} + q \frac{H}{4} = P + \psi G. \quad (5.7)$$

Для другого положення

$$G_{\Pi} + 2p \cdot x + q \left(\frac{H}{4} + \frac{x}{2} - x \right) = P + \psi G. \quad (5.8)$$

При n вантажних канатів

$$q = 4n \cdot p. \quad (5.9)$$

З метою стабілізації положення канатів, що зрівноважують, у нижній частині шахти встановлюють блок з натяжним пристроєм. Для зрівноважувальних канатів застосовують дешеві канати найпростішої конструкції. Замість зрівноважувального каната може застосовуватися простий зварний ланцюг. Для будинків невеликої висоти як часткове зрівноважування може використовуватися електричний кабель, що підвішується за схемою б.

5.3. Барабани, канатопривідні, напрямні блоки

Діаметр барабана і канатопривідного блока визначається за формулою

$$D \geq d \cdot e, \quad (5.10)$$

де D – діаметр барабана чи канатопривідного шківів, вимірюваний по дну канавки, мм; d – діаметр каната, мм; e – коефіцієнт, що залежить від типу ліфта, який вибирається з табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Значення коефіцієнта e_{\min}

Тип ліфта	Швидкість руху кабіни, м/с	e_{\min}
Пасажи́рські і вантажопасажи́рські	$\leq 1,5$	40
	$\geq 1,5$	45
Лікарняні	–	40
Вантажні і малі вантажні	–	30

5.4. Тягова здатність канатопривідного шківів

Тягова здатність канатопривідного шківів при заданих коефіцієнтах тертя μ канавки, куті обхвату β обмежується цілком визначеним співвідношенням між натягом $S_{\text{нб}}$ – гілки, що набігає, і натягом $S_{\text{зб}}$ – гілки, що збігає (рис. 5.2). Це співвідношення можна визначити з умови рівноваги сил, що діють на елементарно малу ділянку каната, яка обмежена кутом $d\varphi$.

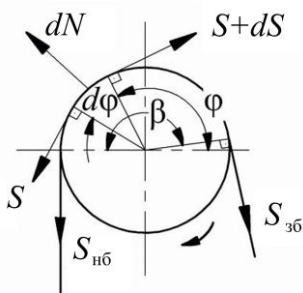


Рис. 5.2. Схема залежності між зусиллями, які набігають і збігають у зоні контакту

$$(S + dS) \sin \frac{d\varphi}{2} + S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} = dN. \quad (5.11)$$

Оскільки $\sin (d\varphi/2) \approx d\varphi/2$ і відкидаючи малу величину другого порядку $dS \cdot d\frac{\varphi}{2}$,

знаходимо

$$dN = S \cdot d\varphi. \quad (5.12)$$

З рівняння моментів сил відносно центра шківів отримаємо

$$(S + dS)R = S \cdot R + dN \cdot \mu \cdot R, \quad (5.13)$$

звідки

$$dS = dN \cdot \mu. \quad (5.14)$$

З виразів (5.13) і (5.14) маємо

$$\frac{dS}{S} = \mu \cdot d\varphi. \quad (5.15)$$

Після інтегрування виходить

$$\int_{S_{\text{нб}}}^S \frac{dS}{S} = \mu \int_0^\varphi d\varphi, \quad (5.16)$$

чи

$$\begin{aligned} \ln S \Big|_{S_{\text{нб}}}^S &= \mu \cdot \varphi; \\ \ln S - \ln S_{\text{нб}} &= \mu \cdot \varphi; \\ \ln \frac{S}{S_{\text{нб}}} &= \mu \cdot \varphi, \end{aligned}$$

звідки знаходимо

$$S = S_{\text{нб}} \cdot e^{\mu \cdot \varphi}. \quad (5.17)$$

При $\varphi = \beta$, $S = S_{\text{зб}}$ одержимо

$$S_{\text{зб}} = S_{\text{нб}} \cdot e^{\mu \cdot \beta}. \quad (5.18)$$

Рівняння (5.18) називають рівнянням Ейлера. Воно виражає тягову здатність канатопривідного шківів, тобто те найбільше відношення $S_{\text{зб}}/S_{\text{нб}}$, при якому починається проковзування канатів щодо канавок шківів.

Величина $e^{\mu \cdot \beta}$ називається тяговим коефіцієнтом. Характер зміни сили натягу каната по дузі охоплення подано на рис. 5.3, а. Для запобігання проковзуванню каната відносно шківів необхідне виконання співвідношення

$$\frac{S_{\text{зб}}}{S_{\text{нб}}} < e^{\mu \cdot \beta} \quad (5.19)$$

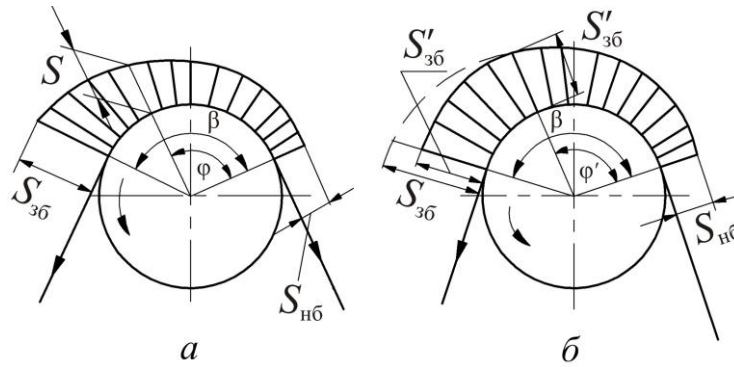


Рис. 5.3. Розподіл зусиль натягу каната по дузі стикання з канатопривідним шківом: *а* – при повному використанні сили тертя; *б* – при неповному використанні сили тертя

Очевидно, що в цьому випадку сила тертя між канатом і канавкою шківа використовується неповністю. При $\mu = \text{const}$ у міру зменшення $S_{36}/S_{нб}$ зменшується кут φ до значення φ' , при якому натяг каната змінюється від значення $S_{нб}$ до значення S'_{36} (рис. 5.3,б). З рис. 5.3,б видно, що при пробіганні каната через канавку канатопривідного блока його натяг змінюється від $S_{нб}$ до S'_{36} на величину колового зусилля $P = S'_{36} - S_{нб}$, Н, що за законом Гука відповідає зміні одиниці довжини каната на величину $\Delta l = \frac{P}{E_k \cdot F}$, де

E_k – модуль пружності каната, МПа; F – поперечний переріз дротів, мм^2 . У результаті виникає пружне ковзання каната на блоці, що спричиняє його знос.

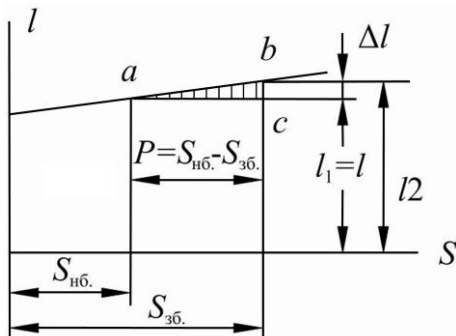


Рис. 5.4. Діаграма натягу каната

При неповному використанні сили зчеплення передачі колового зусилля відбуватиметься зіткнення каната з блоком на частині дуги, що відповідає куту φ' . При повному використанні сили зчеплення ($\varphi = \beta$) виникає не тільки пружне ковзання, але і буксування каната по всій поверхні блока.

Робота пружного ковзання, віднесена до одиниці довжини каната, визначається у вигляді площі трикутника abc діаграми (рис. 5.4), що зображує залежність довжини каната l від його натягу S .

$$\text{Ця площа дорівнює } F = \frac{1}{2} \cdot (P \cdot \Delta l).$$

Відповідна потужність

$$N_1 = \frac{F \cdot V}{\beta \cdot R},$$

де R – радіус шківів, м.

Величина цієї потужності дуже незначна в порівнянні з корисною потужністю $N = P \cdot V$ і практично не впливає на навантаження приводу, однак вона істотно впливає на знос каната і канавки канатопривідного шківів. Знос каната у даному випадку не відіграє превалюючої ролі, тому що його термін служби визначається утомою матеріалу дротиків, яка виникає від сумарної дії вигину і зминання при кожному проході блока. Основне значення тут має стирання канавки блока.

Неоднорідність відливки спричиняє різний знос рівнобічних канавок. У результаті діаметри канавок стають неоднаковими, що веде до перенапруження окремих канатів і часткового проковзування їх на блоці.

5.5. Визначення розрахункового значення коефіцієнта тяги ліфта

а) Випадок пуску завантаженої кабіни з нижнього положення (рис. 5.5, а)

$$e^{\mu \cdot \beta} = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{P + G + G_{\text{в.к.}}}{G_{\Pi}} \cdot \frac{g + a}{g - a} = \frac{P + G + G_{\text{в.к.}}}{G_{\Pi}} \cdot \lambda, \quad (5.20)$$

де P – вага кабіни, Н; G – вага номінального вантажу, Н; G_{Π} – вага противаги, Н; $G_{\text{в.к.}}$ – вага вантажних канатів, Н; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; a – прискорення під час пуску, м/с^2 ; λ – динамічний коефіцієнт ліфта.

б) Випадок гальмування незавантаженої кабіни у крайньому верхньому положенні (рис. 5.5, б)

$$e^{\mu \cdot \beta} = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{G_{\Pi} + G_{\text{в.к.}}}{P} \cdot \frac{g + a}{g - a} = \frac{G_{\Pi} + G_{\text{в.к.}}}{P} \cdot \lambda. \quad (5.21)$$

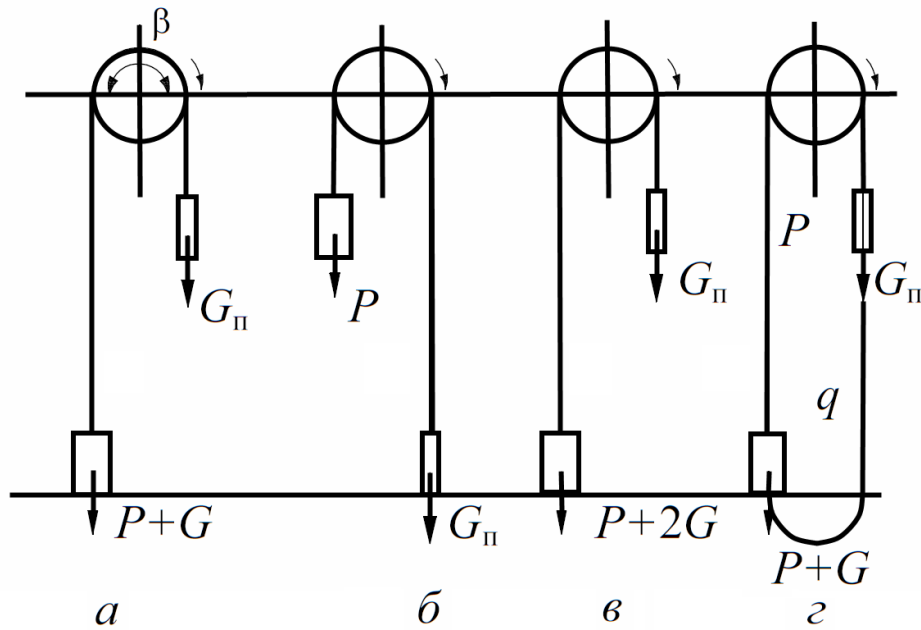


Рис. 5.5. Схема для визначення коефіцієнта тяги ліфта

в) Випадок випробування у сталому стані, якщо кабіна знаходиться в нижньому положенні і завантажена подвійним вантажем (рис. 5.5, в). Коефіцієнт тяги

$$e^{\mu \cdot \beta} = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{P + 2G + G_{\text{в.к}}}{G_{\text{п}}} . \quad (5.22)$$

г) Випадок пуску підйомника при завантаженій кабіні, що знаходиться у крайньому нижньому положенні, за наявності зрівноважувального каната (рис. 5.5, г).

Коефіцієнт тяги

$$e^{\mu \cdot \beta} = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{(P + G + G_{\text{в.к}}) \left(1 + \frac{a}{g} \right) + \frac{G_{\text{н.к}}}{2}}{(G_{\text{п}} + G_{\text{у.к}}) \left(1 - \frac{a}{g} \right) + \frac{G_{\text{н.к}}}{2}} , \quad (5.23)$$

де $G_{\text{у.к}}$ – вага зрівноважувального каната; $G_{\text{н.к}}$ – вага натяжного вантажу.

Як тут видно, застосування зрівноважувального каната зменшує значення необхідного коефіцієнта тяги; ще більший ефект досягається за наявності натяжного вантажу.

5.6. Визначення коефіцієнтів зчеплення канавок

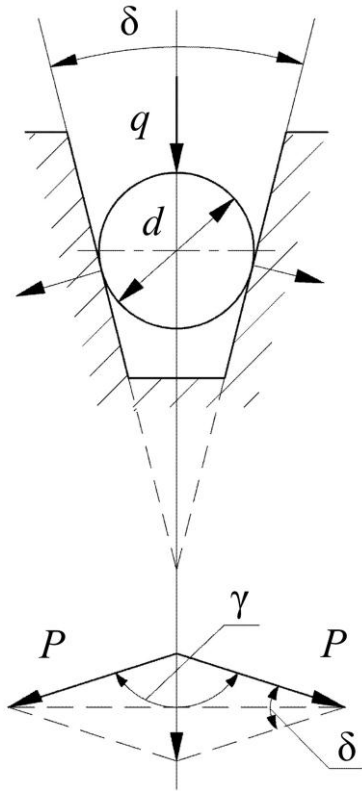


Рис. 5.6. Розрахункова схема клинової канавки

Клиноподібна канавка (рис. 5.6). Якщо гнучкий орган з натягом S обгинає блок з діаметром D , то погонний радіальний тиск

$$q = \frac{dN}{d\varphi \frac{D}{2}}. \quad (5.24)$$

З урахуванням формули (5.12) маємо, Н/м

$$q = \frac{Sd\varphi}{d\varphi \frac{D}{2}} = \frac{2S}{D}. \quad (5.25)$$

Радіальний тиск викликає на поверхні канавки блока нормальні тиски P , геометрична сума яких дорівнює q .

Сили тертя на стінках канавки блока

$$F = \mu_0 \sum P, \quad (5.26)$$

де μ_0 – коефіцієнт тертя ковзання дротів по ободу.

Та ж сила тертя

$$F = \mu \cdot q, \quad (5.27)$$

де μ – коефіцієнт зчеплення каната з канавкою.

Порівнюючи вирази (5.26) і (5.27), знаходимо

$$\mu = \mu_0 \frac{\sum P}{q} = \mu_0 \cdot k, \quad (5.28)$$

де $\sum P/q$ – коефіцієнт профілю канавки, що залежить від її геометричних характеристик.

Оскільки $\sum P = 2P$, то

$$k = \frac{\sum P}{q} = \frac{2P}{q} = \frac{2P}{2P \cdot \sin \frac{\delta}{2}} = \frac{1}{\sin \frac{\delta}{2}} = \frac{1}{\cos \frac{\gamma}{2}}. \quad (5.29)$$

Кут δ клинового профілю канавки приймають рівним від 25 до 45°.

Напівкругла канавка з підрізом (рис. 5.7–5.8). Прийmemo гіпотезу, відповідно до якої радіальний знос кожної точки дотику каната з канавкою блока пропорційний тиску в цій точці. Відповідно до цієї гіпотези для точки A стикування каната з блоком, що перемістився в результаті зносу в положення B , можна записати так:

для двох точок, де діє тиск P_1 і P_2 :

$$\frac{P}{b_1} = \frac{P}{b_2} = \text{const} \quad \text{чи} \quad \frac{P_1}{\cos \varphi_1} = \frac{P_2}{\cos \varphi_2} = \text{const}, \quad (5.30)$$

звідки

$$\frac{P}{b} = \frac{P}{a \cdot \cos \varphi} = \text{const}; \quad (5.31)$$

$$\frac{P_1}{\cos \varphi_1} = \frac{P_2}{\cos \varphi_2} = \text{const}. \quad (5.32)$$

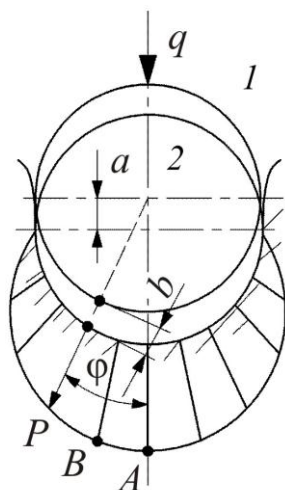


Рис. 5.7. Схема косинусоїдальної гіпотези зносу напівкруглої канавки

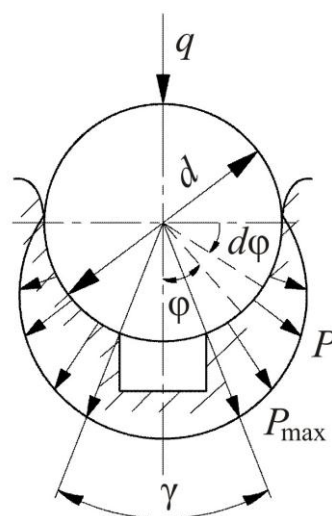


Рис. 5.8. Розрахункова схема напівкруглої канавки з підрізом

У міру зносу канат опускається, що сприяє падінню сили тертя. Тому найбільш раціональною є напівкругла канавка з підрізом, де заздалегідь створюється опорна поверхня для каната, а кут γ , що визначає силу зчеплення, не змінюється при зносі канавки. Розглянемо нескінченно малу ділянку периметра довжиною $dl = d/2 \cdot d\varphi$. Сума

тиску P на обох боках канавки в межах від $\varphi = \gamma/2$ до $\varphi = \pi/2$ дорівнює

$$\sum P = 2 \int_{\gamma/2}^{\pi/2} P \frac{d}{2} d\varphi. \quad (5.33)$$

Використовуючи залежність (5.31) і приймаючи $P = P_{\max}$ при $\varphi = \gamma/2$, одержимо

$$P = P_{\max} \frac{\cos \varphi}{\cos \gamma / 2}.$$

Підставляючи значення P у (5.33), знаходимо

$$\begin{aligned} \sum P &= 2 \int_{\gamma/2}^{\pi/2} P \frac{d}{2} \cdot \frac{1}{\cos \cdot (\gamma / 2)} \cos \varphi d\varphi = \\ &= \frac{P_{\max}}{\cos \cdot (\gamma / 2)} \sin \varphi \Big|_{\gamma/2}^{\pi/2} = \frac{P_{\max} \cdot d}{\cos \cdot (\gamma / 2)} (1 - \sin \cdot (\gamma / 2)), \end{aligned} \quad (5.34)$$

де P_{\max} визначимо, користуючись проекціями сил на вертикальну вісь,

$$\begin{aligned} q &= 2 \int_{\gamma/2}^{\pi/2} P_{\max} \frac{d}{2} \cdot \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \cdot (\gamma / 2)} d\varphi = \frac{P_{\max}}{\cos \cdot (\gamma / 2)} \int_{\gamma/2}^{\pi/2} \frac{1 + \cos 2\varphi}{2} d\varphi = \\ &= \frac{P_{\max} \cdot d}{2 \cos \cdot (\gamma / 2)} \left[\int_{\gamma/2}^{\pi/2} d\varphi + \int_{\gamma/2}^{\pi/2} \cos 2\varphi d\varphi \right] = \frac{P_{\max} \cdot d}{4 \cos \cdot (\gamma / 2)} \cdot (\pi - \gamma - \sin \gamma), \end{aligned} \quad (5.35)$$

звідки

$$P_{\max} = \frac{4q \cdot \cos \gamma / 2}{d(\pi - \gamma - \sin \gamma)} = \tau \frac{q}{d}, \quad (5.36)$$

де $\tau = \frac{4q \cdot \cos \gamma / 2}{d(\pi - \gamma - \sin \gamma)}$ – коефіцієнт нерівномірності тиску.

Підставляючи значення P_{\max} у рівняння (5.34), знаходимо

$$\sum P = q \frac{4(1 - \sin \cdot (\gamma / 2))}{(\pi - \gamma - \sin \gamma)}, \quad (5.37)$$

або

$$k = \frac{\sum P}{q} = 4 \frac{1 - \sin(\gamma/2)}{\pi - \gamma - \sin \gamma}. \quad (5.38)$$

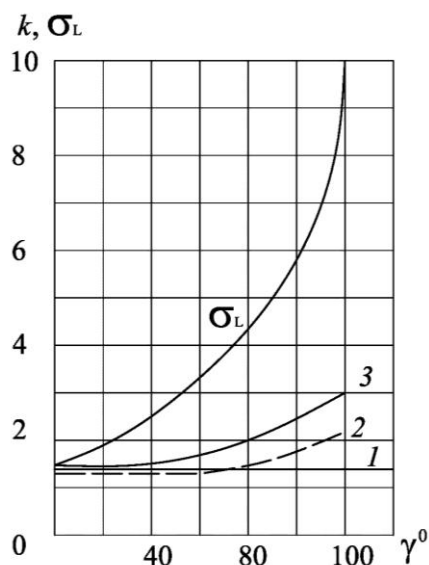


Рис. 5.9. Залежність коефіцієнта k від кута підрізу канавки: 1 – напівкругла; 2 – клиноподібна; 3 – напівкругла з підрізом; σ_L – контактні напруження

Для напівкруглої канавки при $\gamma = 0$ $k = 4/\pi$. Зміну значення коефіцієнтів подано на рис. 5.9. Тут видно, що клиноподібна канавка при тих же значеннях кута γ дає менші значення коефіцієнта k , ніж напівкругла з підрізом. Підвищення зчеплення в канавці з підрізом відбувається за рахунок збільшення нормального тиску. Практичною межею підрізу вважають кут $\gamma = 80\text{--}110^\circ$, який дає збільшення коефіцієнта k приблизно у 2 рази проти напівкруглої канавки без підрізу.

Підставляючи значення q у (5.34), знаходимо:

$$P_{\max} = \frac{\tau}{d} \cdot \frac{2S}{D} \leq [P]. \quad (5.39)$$

Викладені вище положення не враховують таке: канат не є гладким циліндром; має місце вплив контактних напружень, що залежать від співвідношення модулів пружності каната і матеріалу блока; швидкості руху каната; режим роботи. Вплив цих чинників визначається експериментально. На рис. 5.10 подані залежності допустимих значень p , які повинні задовольнятися при $S = S_{\max}$ у період пуску та підйому завантаженої кабіни. Для сталевих блоків значення $[p]$ може бути підвищено на 30–50 %. Для канатів паралельної завивки допускається підвищувати ці значення на 20–25 %.

Однак у всіх випадках на практиці вони не перевищують 10–11 МПа. Коефіцієнт тертя ковзання μ_0 , визначений експериментально для круглих і для канавок з підрізом, рекомендується приймати рівним 0,084, що відповідає коефіцієнту зчеплення для напівкруглої канавки $\mu = \mu_0 \cdot k = \frac{0,084 \cdot 4}{\pi} = 0,107$. Для інших блоків рекомендується зменшувати μ на 20–25 %. Розрахунок канатопривідних шківів

можна виконувати за допомогою номограми (рис. 5.11), яка показує залежність відношення S_{\max}/S_{\min} від швидкостей руху кабіни, кутів охоплення, кута підрізу.

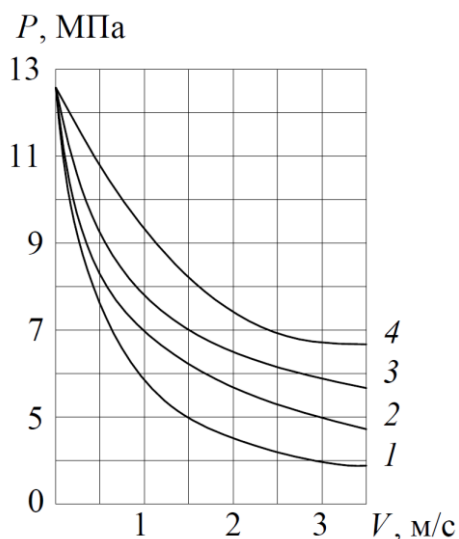


Рис. 5.10. Залежність тиску, що допускається, $[p]$ від швидкості руху кабіни в режимі роботи ліфта: 1, 3 – інтенсивне використання; 2, 4 – не інтенсивне використання; 1, 2 – пасажирські ліфти; 3, 4 – вантажні

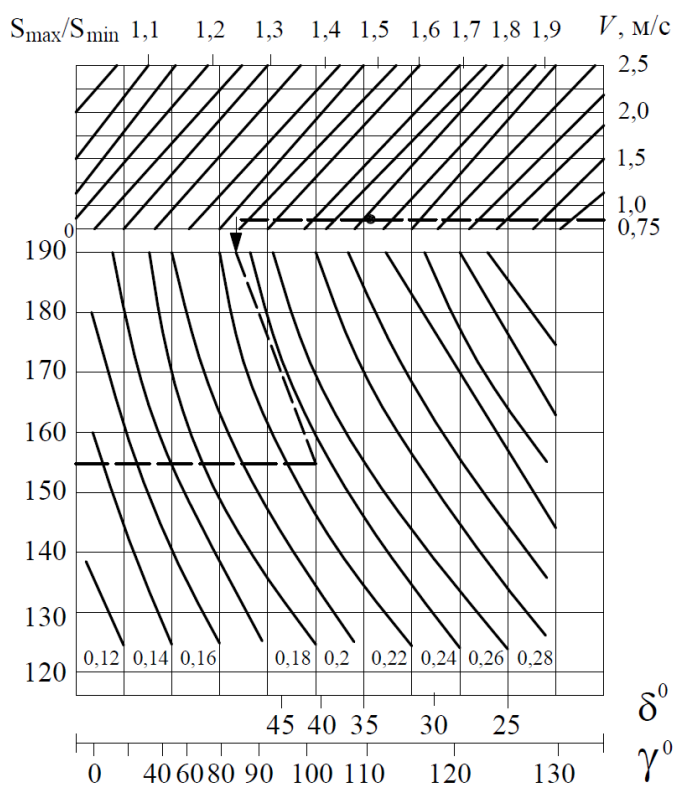


Рис. 5.11. Номограма для розрахунку канатопривідних шківів

На рис. 5.11 показаний хід рішення для підйомника вантажо-підйомністю 800 кг при вазі кабіни 900 кг, противаги 1300 кг, швидкості руху кабіни 0,8 м/с, діаметрі канатопривідного блока $D = 800$ мм і з кутом обхвату $\alpha = 1558$, вага чотирьох вантажних канатів 93 кг. У випадку зупинки порожньої кабіни у крайньому верхньому положенні має місце найбільше співвідношення S_{\max}/S_{\min} . Штрихові лінії вказують хід розв'язання завдання, підсумком якого є вибір шківа з $\mu = 0,19$, $\gamma = 1048$ ($\delta = 358$).

5.7. Порядок розрахунку канатопривідного приводу

Розрахунок канатопривідного приводу виконується в такому порядку:

- добирають кількість вантажних канатів, визначають їх діаметр, а також діаметр канатопривідного шківа;
- визначають найбільше співвідношення навантажень вантажних канатів канатопривідного шківа з метою визначення розрахункового значення коефіцієнта тяги K_T ;
- визначають значення коефіцієнта зчеплення канатів з канавками канатопривідного шківа і добирають доцільний профіль останніх;
- виконують перевірку тиску між канатом і стінками канавки канатопривідного шківа.

У випадку, якщо обрана форма канавки не забезпечує передачу заданого стискального зусилля без ковзання канатів, тягова здатність канатопривідного приводу може бути збільшена за допомогою таких заходів: застосування зрівноважувальних канатів; збільшення кута охоплення канатопривідного шківа; збільшення кута підрізу канавки, збільшення діаметра шківа чи числа канатів; зменшення швидкості, прискорень і уповільнень.

Якщо сукупність цих заходів не забезпечує задовільного рішення, потрібно замінити канатопривідний шків на барабан.

5.8. Потужність двигуна

Статична потужність електродвигуна лебідки ліфта визначається за формулою, кВт,

$$P_d = \frac{M_{\max} \cdot \omega}{1000 \cdot \eta}, \quad (5.40)$$

де M_{\max} – максимальний статичний крутний момент на колі канатопривідного органа, Н·м; ω – кутова швидкість канатопривідного шківа, рад/с; η – ККД приводу

$$M_{\max} = (S_{\max} - S_{\min})D / 2, \quad (5.41)$$

де S_{\max} , S_{\min} – максимальний і мінімальний статичні натяги вантажних канатів на колі канатопривідного органа діаметром D .

При підйомі завантаженої кабіни з крайнього нижнього положення (рис. 5.12)

$$S_{\max} - S_{\min} = \left(P + Q + G_{\text{в.к}} + F_{\text{т.к}} + F_{\text{к.ш}} + F_{\text{к.б}} + \frac{G_{\text{н.б}}}{2} \right) + \\ + F_{\text{пов}} - \left(G_{\text{п}} + \frac{G_{\text{н.б}}}{2} + G_{\text{у.к}} - F_{\text{т.п}} \right). \quad (5.42)$$

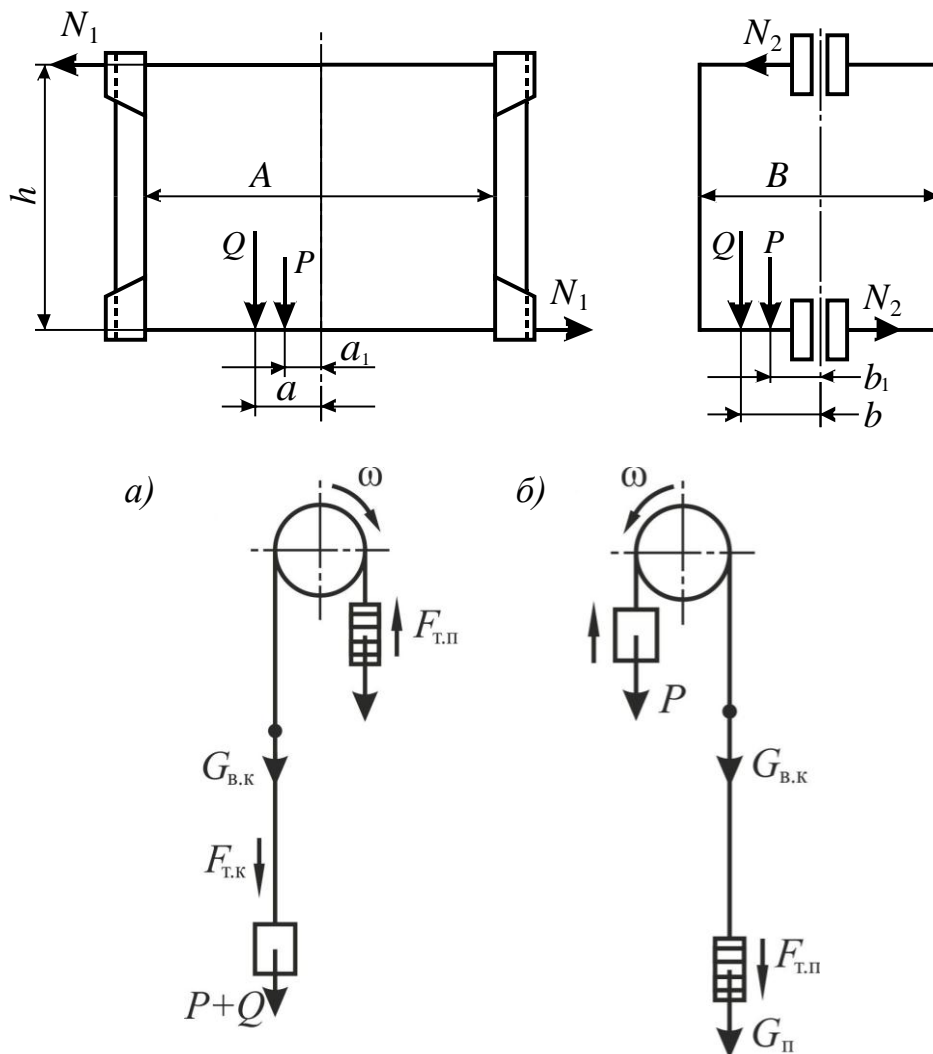


Рис. 5.12. Схеми до визначення S_{\max} , S_{\min} (а, б) і нормальних реакцій між башмаками кабіни та напрямними (N_1 , N_2)

Під час підйому противаги з крайнього нижнього положення і опусканні завантаженої кабіни

$$S_{\max} - S_{\min} = \left(G_{\Pi} + G_{\text{в.к}} + \frac{G_{\text{н.в}}}{2} + F_{\text{т.н}} + F_{\text{к.ш}} + F_{\text{к.н}} + F_{\text{пов}} \right) - \left(P + \frac{G_{\text{н.в}}}{2} + G_{\text{у.к}} - F_{\text{т.к}} - F_{\text{пов}} \right), \quad (5.42, a)$$

де P , Q , G_{Π} – вага кабіни, номінального вантажу і противаги відповідно; $G_{\text{в.к}}$, $G_{\text{у.к}}$ – вага вантажних канатів і канатів, що зрівноважують, відповідно; $G_{\text{н.в}}$ – вага натяжного вантажу; $F_{\text{т.к}}$, $F_{\text{т.н}}$ – сила тертя у напрямних кабіни і противаги; $F_{\text{к.ш}}$, $F_{\text{к.б}}$ – витрати від сил тертя в канатопривідному шківі і контрблоці відповідно; $F_{\text{пов}}$ – опір руху кабіни від повітря, Н.

Якщо суму витрат від тертя в башмаках, канатопривідних і контр-шківах від повітря врахувати коефіцієнтом, то:

– у першому випадку

$$S_{\max} - S_{\min} = 1,2(P + Q + G_{\text{в.к}}) - (G_{\Pi} + G_{\text{у.к}}); \quad (5.43)$$

– у другому випадку

$$S_{\max} - S_{\min} = 1,2(G_{\Pi} + G_{\text{в.к}}) - (P + G_{\text{у.к}}). \quad (5.44)$$

При більш точному розрахунку:

$$F_{\text{т.к}} = 0,05 \sum (S_{\max} + S_{\min}) \sin \beta / 2; \quad (5.45)$$

$$F_{\text{к.б}} = (0,04 - 0,02) \sum (S_{\max} + S_{\min}) \sin \beta / 2, \quad (5.46)$$

де β – кут охоплення; 0,02 – для підшипників кочення.

На підставі рис. 5.12

$$F_{\text{т.к}} = 2(N_1 + N_2)\mu, \quad (5.47)$$

де N_1 , N_2 – бічні навантаження на напрямні кабіни з боку башмаків, Н, що виникають із причин нецентрального розташування вантажу, несиметричної підвіски кабіни, зрівноважувального каната, струмопідвісного кабеля; μ – коефіцієнт тертя між башмаками та напрямними (0,12 – для чавунних башмаків; 0,2 – для сталевих башмаків і дерев'яних напрямних);

$$N_1 = (N_{1\text{в}} + N_{1\text{к}} + \dots), \quad N_2 = (N_{2\text{в}} + N_{2\text{к}} + \dots),$$

де $N_{1В}$, $N_{2В}$ – навантаження від корисного вантажу, Н; $N_{1К}$, $N_{2К}$ – навантаження від кабіни, Н; $N_{1у.к}$, $N_{2у.к}$ – навантаження від зрівноважувального каната, Н, і т.д.

$$\begin{aligned} N_{1В} &= \frac{Q \cdot \alpha \cdot A}{h}; & N_{2В} &= \frac{Q \cdot \alpha \cdot B}{h}; \\ N_{1К} &= \frac{P \cdot \beta \cdot A}{h}; & N_{2К} &= \frac{G_{Г} \cdot \beta \cdot B}{h}; \\ N_{1у.к} &= \frac{G_{В.К} \cdot \beta \cdot A}{h}; & N_{2у.к} &= \frac{G_{В.К} \cdot \beta \cdot B}{h}; \end{aligned} \quad (5.48)$$

де A – ширина, B – глибина кабіни, м; h – відстань між напрямними підкладнями, м; $\alpha = 1/6$, $\beta = 1/10$ – коефіцієнти зсуву вантажу, власної ваги кабіни і т.д.

Значення ККД передач у лебідках ліфтів наведені в таб. 5.4.

Таблиця 5.4

Значення ККД передач

№ з/п	Тип передачі	Тип черв'яка	η
1	Черв'ячна	Однозахідний	0,5...0,7
2		Двозахідний	0,7...0,8
3		Тризахідний	0,8...0,9
4		Глобоїдний	0,75...0,85
5	Зубчаста циліндрічна		0,85...0,9
6	Безредукторна лебідка		0,9...0,95

За знайденою величиною P_d з каталогу вибираємо електродвигун. Його номінальна потужність повинна бути не меншою від визначеної. Двигун має бути перевірений на нагрівання за формулою, що визначає еквівалентний струм,

$$I_e = \sqrt{\frac{I_p^2 \cdot t_p + I_c^2 \cdot t_c + I_r^2 \cdot t_r}{\beta_p \cdot t_p + t_c + \beta_r \cdot t_r + \beta_o \cdot t_o}} < I_n, \quad (5.49)$$

де I_p , I_c , I_r – струм при розгоні, усталеному русі, електричному гальмуванні, А; t_p – тривалість розгону, с; t_c , – усталеного руху, с; t_r – гальмування, с; β_p , β_r – коефіцієнти неповного охолодження при

розгоні і гальмуванні (0,5...0,75); β_0 – коефіцієнти неповного охолодження двигуна під час паузи (0,25...0,5) тривалістю t_0 .

Перевірку двигуна на пусковий момент можна не виконувати, тому що двигуни ліфтів мають достатній запас пускового моменту.

5.9. Визначення основних характеристик процесів пуску і гальмування

При визначенні основних характеристик розгону (гальмування) користуються рівнянням руху

$$\pm M \mp M_c = I \frac{d\omega}{dt}, \quad (5.50)$$

де M – момент двигуна (гальма), Н·м; M_c – статичний момент опору руху, Н·м; I – момент інерції всіх обертових і поступально рухомих частин приводу, зведений до ротора двигуна, кг·м²; $d\omega/dt$ – похідна кутової частоти обертання ротора двигуна, с⁻². Знаки перед моментами M і M_c наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Знаки моментів пускогальмівних режимів

№ з/п	Режим роботи	Рисунок	Знак перед моментом		
			M_d	M_r	M_c
1	Пуск завантаженої кабіни на підйом (порожньої – на спуск)	1 (4)	+		–
2	Гальмування завантаженої кабіни на спуск (порожньої – на підйом)	7 (6)		–	+
3	Пуск завантаженої кабіни на спуск (порожньої – на підйом)	3 (2)	+		+
4	Гальмування завантаженої кабіни на підйом (порожньої – на спуск)	5 (8)		–	–

Якщо прийняти M_c і M_d при розгоні постійними, то легко знайти, що, с

$$t_p = \frac{I\omega}{(M_d \mp M_c)}. \quad (5.51)$$

Аналогічно для процесу гальмування, с,

$$t_{\Gamma} = \frac{I\omega}{(M_{\Gamma} \mp M_c)}. \quad (5.52)$$

При двоступеневому гальмуванні, що здійснюється при переході до іншої швидкості, для першого ступеня гальмування

$$t_{\Gamma 1} = \frac{I(\omega - \omega_M)}{M_{\Gamma d} \mp M_c}, \quad (5.53)$$

де ω_M – кутова частота обертання ротора двигуна з малою швидкістю; $M_{\Gamma d}$ – гальмівний момент двигуна.

Час гальмування на другому ступені, с

$$t_{\Gamma 2} = \frac{I\omega_H}{M_{\Gamma} \mp M_c}. \quad (5.54)$$

Шлях і прискорення при розгоні двигуна, м

$$S_p = V \cdot t_p / 2, \quad (5.55)$$

$$a_p = V / t_p, \quad (5.56)$$

де V – швидкість кабіни, м/с.

Шлях і прискорення при гальмуванні, м,

$$S_{\Gamma} = V \cdot t_{\Gamma} / 2; \quad (5.57)$$

$$a_{\Gamma} = V / t_{\Gamma}. \quad (5.58)$$

При двоступеневому гальмуванні для першого ступеня, м/с²:

$$S_{\Gamma 1} = (V \cdot t_{\Gamma 1} - V_M) / 2; \quad (5.59)$$

$$a_{\Gamma 1} = (V - V_M) / t_{\Gamma 1}. \quad (5.60)$$

На другому ступені гальмування шлях гальмування $S_{\Gamma 2}$ і величина уповільнення $a_{\Gamma 2}$ визначаються за формулами (5.57) і (5.58) при $V = V_M$.

При підході кабіни до поверхового майданчику спрацьовує датчик точної зупинки, і кабіна буде рухатися з постійною швид-

кістю V_m , поки не спрацюють апарати, що вимикають двигун і вмикають допоміжні гальма.

Шлях, пройдений кабіною при цій швидкості, м,

$$S' = V_m \sum t, \quad (5.61)$$

де $\sum t$ – сумарний час роботи апаратів, с.

Шлях S_0 , пройдений кабіною за час гальмування, визначається з рівняння

$$\frac{mV_m^2}{2} = (F_r + F_c)S'', \quad (5.62)$$

де m – приведена до обода шківів рухомих частин підйомника, кг; F_r , F_c – гальмові і статичні зусилля, приведені до кабіни, Н.

Повний шлях руху кабіни, м,

$$S = S' + S'' = V_m \sum t + \frac{mV_m^2}{2F}, \quad (5.63)$$

де $F = F_c + F_r$.

Максимальна неточність зупинки

$$\Delta S_{\max} = \frac{S_2 - S_1}{2}, \quad (5.64)$$

де S_1 , S_2 – максимально і мінімально можливі шляхи S , що залежать від неточності величин, мм.

Схеми до визначення параметрів пускогальмівних режимів роботи ліфта наведені на рис. 5.13.

Прийmemo, що $V_m = V_0 \pm \Delta V$; $m = m_0 \pm \Delta m$ і т.д., підставивши ці величини у (5.62), знаходимо

$$S_2 = (V_0 + \Delta V)(\sum t + \Delta t) + \frac{(m_0 + \Delta m)(V_0 + \Delta V)^2}{2(F + \Delta F)}; \quad (5.64, a)$$

$$S_1 = (V_0 - \Delta V)(\sum t - \Delta t) + \frac{(m_0 - \Delta m)(V_0 - \Delta V)^2}{2(F + \Delta F)}. \quad (5.64, б)$$

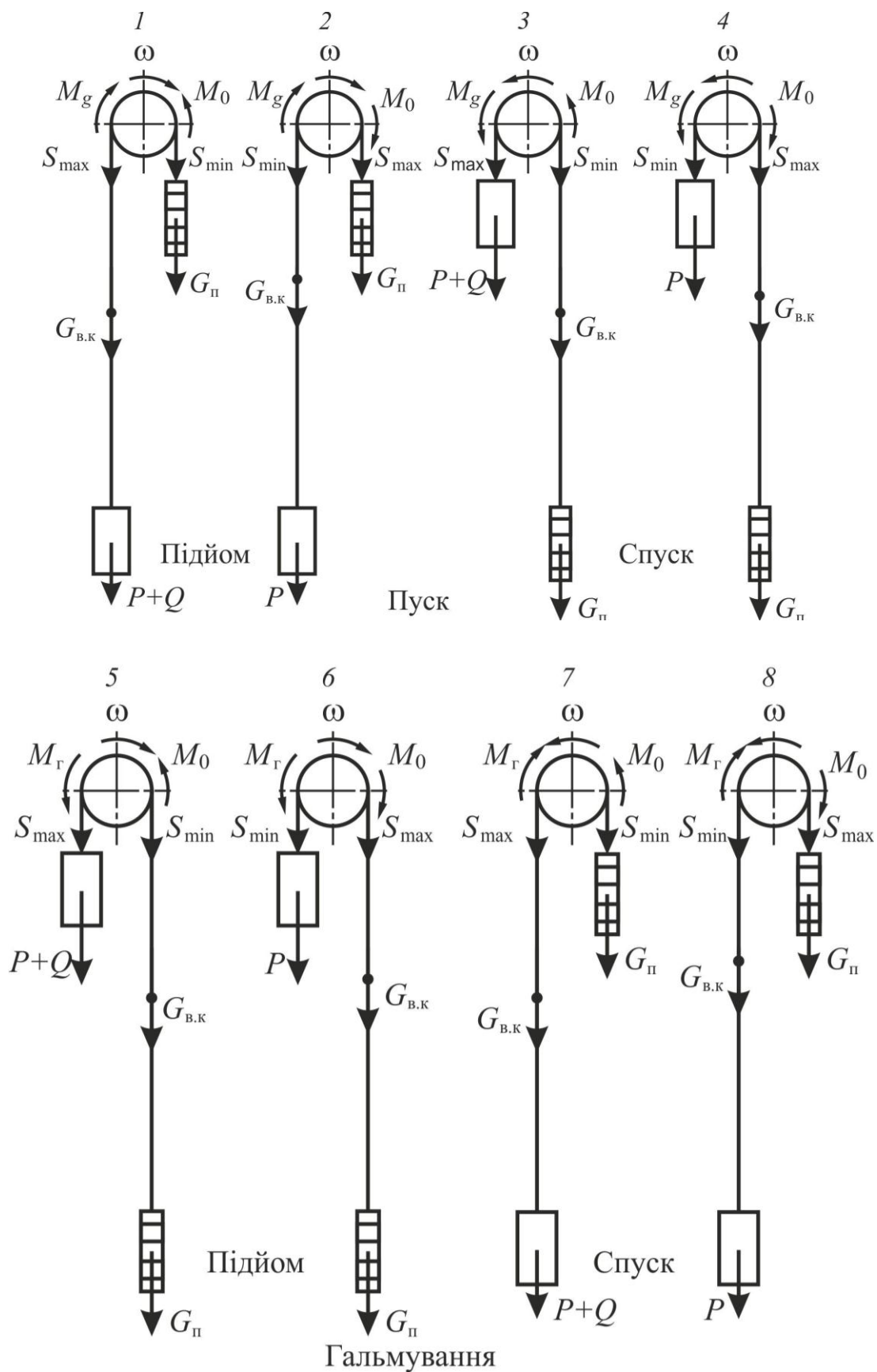


Рис. 5.13. Схеми до визначення параметрів пускогальмівних режимів роботи ліфта

Підставивши значення S_2 і S_1 у формулу (5.63), одержимо вираз для ΔS_{\max} . Нехтуючи величинами малого порядку, можна одержати формулу

$$\Delta S_{\max} = V_0 \sum t \left(\frac{\Delta V}{V_0} + \frac{\Delta t}{t_0} \right) + \frac{m_0 V_0^2}{2F} \left(2 \frac{\Delta V}{V_0} + \frac{\Delta m}{m_0} + \frac{\Delta F}{F} \right), \quad (5.65)$$

звідки випливає, що найбільш ефективним шляхом зниження ΔS_{\max} є зменшення V_0 . Задаючись значенням V_0 , можна знайти $\Delta V/V_0$. Так, для пасажирського ліфта вантажопідйомністю 500 кг зі швидкістю руху кабіни 1 м/с при допустимій неточності зупинки $\Delta S_{\text{доп}} = 635$ мм; $\Sigma t_0 = 0,25$ с; $\Delta t/\Sigma t_0 = 0,15$; $V_0 = 0,35$ м/с; $(\Delta V/V_0)_{\text{доп}} = 0,0463$ і $\Delta V = 0,0162$ м/с.

Для $V_0 = 0,17$ м/с $(\Delta V/V_0)_{\text{доп}} = 0,435$ і $\Delta V = 0,074$ м/с.

5.10. Вибір гальма

Максимальний момент гальма визначається з формули (5.53), Н·м,

$$M_{\Gamma} = \frac{I\omega}{t_{\Gamma}} \pm M_{\text{с}}, \quad (5.66)$$

де $t_{\Gamma} = V/a$ чи $t_{\Gamma} = 2S_{\Gamma}/V$.

5.11. Віброізоляція лебідок ліфтів

Коливання лебідок, які передаються опорами на конструкції, можуть призводити до аварійного стану будинків, шкідливі шумові ефекти. Зменшення цих коливань досягається кріпленням лебідок до масивних фундаментних опор за допомогою гумових прокладок, ресор, сталевих пружин.

Якщо на масу m діє періодична сила $P = P_0 \cdot \sin(\omega t)$, то амплітуда коливань цієї маси

$$x = \frac{P_0}{c - m\omega^2} = \frac{P_0}{m \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right)}, \quad (5.67)$$

де P_0 – максимальне значення сили P ; ω – колова частота дії сили P ; $c/m = \omega_0^2$ – квадрат колової частоти коливань маси m . Отже, для зменшення амплітуди змущених коливань x при заданій величині зусилля, збудження P_0 і частоті збудження необхідно збільшити масу m і зменшити жорсткість амортизатора c . Це забезпечує зниження частоти власних коливань фундаменту. Вихідною величиною при цьому повинний бути коефіцієнт резонансу $\psi = \omega/\omega_0 = 6 \dots 9$.

Отже, з урахуванням цієї величини

$$\omega = \psi \sqrt{\frac{c}{m}}. \quad (5.68)$$

У той же час має бути виконана умова міцності пружних елементів. Для гумових амортизаторів ця умова має вигляд

$$p = \frac{m \cdot g}{z \cdot F} \cdot 10^{-6} \leq [p], \quad (5.69)$$

де z – кількість амортизаторів; F – площа опорної поверхні одного амортизатора, м^2 ; $[P] = 0,8 \text{ МПа}$ – тиск, що допускається, на гуму.

Для сталевих пружин визначається прогин

$$f = \frac{m \cdot g}{c} \leq [f], \quad (5.70)$$

де $[f]$ – прогин пружини, що допускається, м ; c – жорсткість пружини, Н/м .

Для визначення необхідної жорсткості c і маси фундаменту m при вертикальних коливаннях досить розв'язати систему рівнянь (5.68) і (5.69).

Висота гумового амортизатора у вільному стані, м ,

$$h = \frac{z \cdot E \cdot F}{c} \cdot 10^{-6}, \quad (5.71)$$

де $E = 3,5 \text{ МПа}$ – модуль пружності гуми; c – необхідна жорсткість гуми, Н/м ,

$$c = m \cdot \omega_0^2. \quad (5.72)$$

Контрольні запитання

1. Наведіть методики розрахунку вантажних канатів.
2. Як розглядаються зрівноважувальні канати?
3. Як визначається діаметр канатопровідного органа?
4. Що таке коефіцієнт тяги ліфта і як він визначається?
5. Як знаходиться розрахункове значення коефіцієнта тяги?
6. Визначте коефіцієнт зчеплення клинової канавки.
7. Визначте коефіцієнт зчеплення колової канавки з підрізом.
8. Який порядок розрахунку канатопривідного приводу?
9. Як визначається статична потужність двигуна лебідки ліфта?
10. Наведіть методику визначення основних характеристик процесів пуску і гальмування ліфта.

6. ОБМЕЖУВАЧІ (РЕГУЛЯТОРИ) ШВИДКОСТІ, УЛОВЛЮВАЧІ

6.1. Конструкції регуляторів швидкості

Обмежувачі швидкості – це пристрій, що керує роботою уловювача при досягненні кабіною (противагою) граничної швидкості.

Принцип роботи обмежників швидкості базується на використанні відцентрової сили відцентрових вантажів, що приводяться в дію при визначеній швидкості руху кабіни.

Обмежники швидкості зазвичай установлюють у машинному приміщенні і рідше на даху кабіни.

Застосовують два типи обмежників швидкості: плоский з горизонтальною віссю обертання вантажів і шпindelний з вертикальною віссю обертання вантажів.

На рис. 6.1 показана одна з конструкцій плоского регулятора швидкості. Регулятор складається з корпусу 1, консольно закріпленої до нього осі 7, на якій встановлено блок. До блока за допомогою осей 3 прикріплені відцентрові вантажі 2, з'єднані тягами 8 з важелем 5.

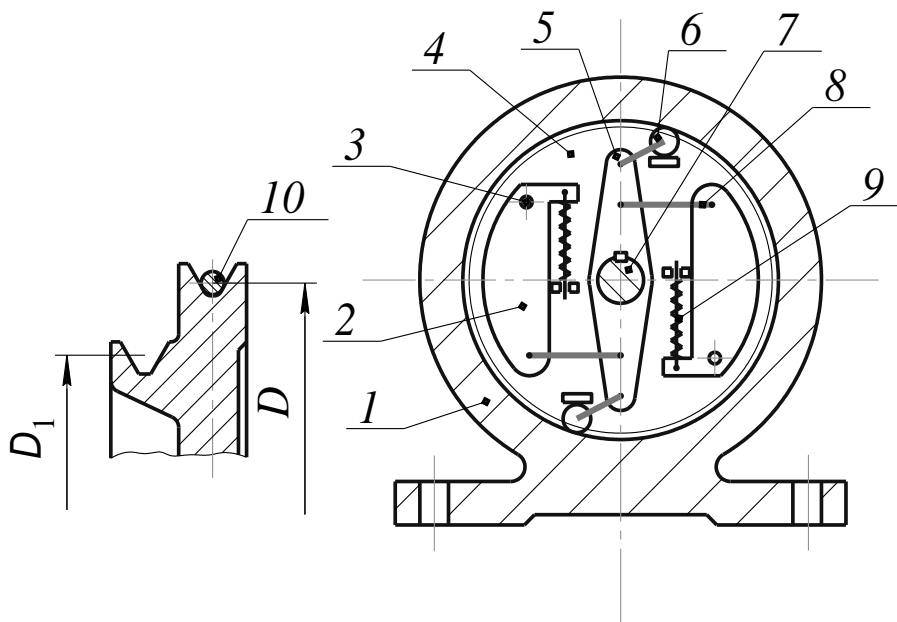


Рис. 6.1. Конструкція плоского регулятора швидкості:
1 – корпус; 2 – відцентровий вантаж; 3 – вісь обертання вантажу;
4 – шків; 5 – важіль; 6 – фрикційний ролик; 7 – вал; 8 – тяга;
9 – пружина; 10 – канат регулятора

Положення вантажів 2 устанавлюється пружинами 9. До важеля 5 прикріплюються ролики фрикційних зупинок 6. Блок 4 має дві канавки: одну – з діаметром D , іншу – з діаметром $D_1 < D$. Канавка з великим діаметром – робоча. У цю канавку вкладається канат 10 регулятора швидкості, з'єднаний з уловлювачем кабіни. За необхідності виконувати перевірку роботи вловлювача цей канат переводять у канавку з діаметром D_1 , внаслідок чого штучно підвищується швидкість обертання шківа 4. Під дією відцентрових сил вантажів 2 останні відхиляються до корпусу і включають у роботу фрикційні зупини 6, які припиняють рух блока 4 і канатів 10 регулятора швидкості, завдяки чому включається в роботу вловлювач.

Менший діаметр шківа визначається з таким розрахунком, щоб частота обертання шківа 4 підвищилась понад 15 %, але не більше регламентованої межі. Діаметр каната обмежника швидкості має бути не менше 7 мм.

При обертанні канатного шківа 4 відцентрові сили інерції повертають вантажі 2 навколо своїх осей, закріплених на канатному блоці, за годинниковою стрілкою в зовнішній бік. Цьому руху вантажів перешкоджає сила стиснення пружин 3. Якщо шків разом з вантажами обертається зі швидкістю, яка відповідає номінальній швидкості руху кабіни, то відцентрові сили стискають пружину на таку величину, що ролики 6 не затискуються між шківом і корпусом.

Якщо швидкість руху кабіни більша ніж 15 % від номінальної, то ролики затискуються між шківом і корпусом і шків зупиняється.

Система розрахована так, що сила тертя між канатом уловлювача і канавкою канатопривідного шківа достатня для включення вловлювача. Для регулювання величини сили тертя в обмежнику швидкості передбачений рухомий упор, що при нормальній роботі виконує ті ж функції, що й інші упори.

Якщо лебідка обладнана двигуном постійного струму, то момент спрацьовування обмежника швидкості можна перевірити, штучно підвищуючи швидкості двигуна, наприклад, зміною напруги живлення.

На рис. 6.2 показана схема шпиндельного обмежника.

Регулятор швидкості складається зі шпиндельної муфти 2, підіймальної системи 3 з двома відцентровими вантажами 4. Положення муфти 2 визначається силою стиснення пружини 6, яка регулюється двома гайками 5. Шпиндель 1 приводиться в обертальний рух шестернею конічної пари 11, зубчасте колесо якої встановлено на валу

блока 12, що приводиться в рух канатом 10 регулятора. Муфта 2 за допомогою важеля 7, тяги 8 з'єднана з ексцентриком 9 ексцентричного зупину (рис. 6.2). Останній складається з двох ексцентриків, які з'єднані між собою зубчастими секторами.

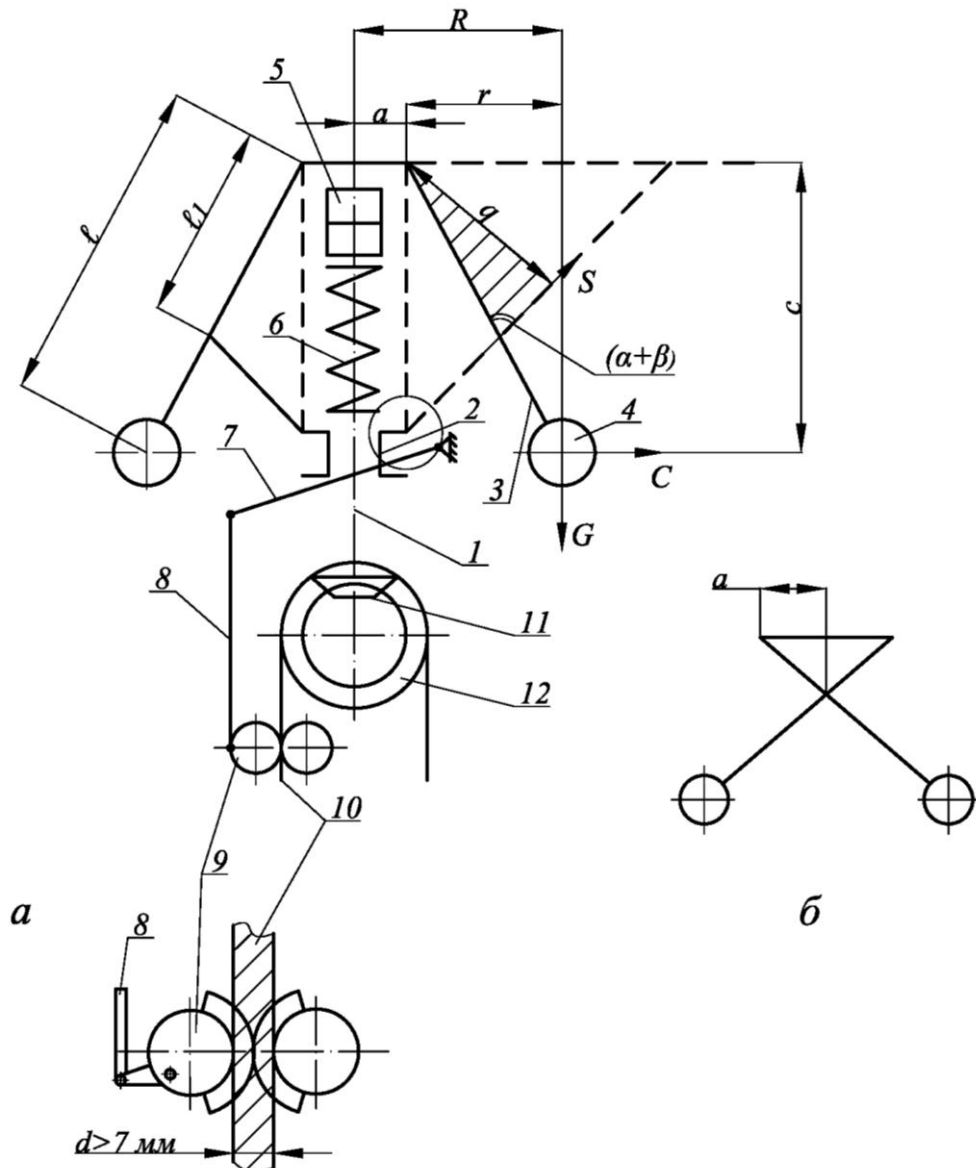


Рис. 6.2. Шпиндельний регулятор швидкості:

1 – шпиндель; 2 – муфта; 3 – важіль; 4 – відцентровий вантаж;
5 – гайка; 6 – пружина; 7 – важіль; 8 – тяга; 9 – ексцентрик;
10 – канат регулятора; 11 – конічна зубчаста пара; 12 – шків

Під час збільшення швидкості руху кабіни відповідно збільшується швидкість руху каната 10 і обертання вантажів 4, що під дією відцентрової сили переміщують муфту 2 угору і приводять в дію ексцентриковий затиск, припиняючи подальший рух каната 10, завдяки чому включаються в роботу уловлювачі кабіни.

На рис. 6.3 показана схема сумісної дії регулятора швидкості і уловлювачів.

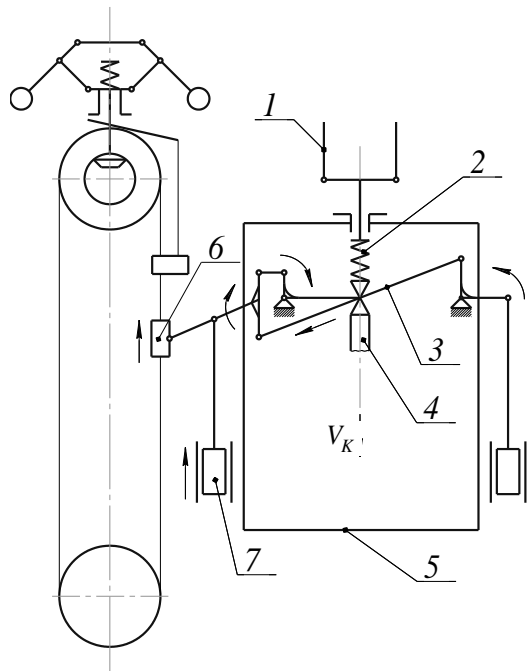


Рис. 6.3. Схема сумісної дії регулятора швидкості і уловлювачів:
 1 – канат; 2 – підвіска; 3 – важільна система; 4 – контактний пристрій;
 5 – кабіна; 6 – затискувач; 7 – клиновий уловлювач

6.2. Теорія відцентрових регуляторів

Залежність між частотою обертання відцентрових вантажів n і висотою підймання муфти (кут α) можна визначити з рівняння

$$G \cdot r = C \cdot c, \quad (6.1)$$

де G – вага двох відцентрових вантажів; C – їх відцентрова сила.
 Оскільки

$$C = \frac{G}{g}(r + a) \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \approx G(r + a) \frac{n^2}{900},$$

то

$$G \cdot r = G(r + a) c \frac{n^2}{900}, \quad (6.2)$$

звідки знаходимо

$$\left(\frac{n}{30}\right)^2 = \frac{\frac{r}{c}}{r+a} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{a+l \sin \alpha}. \quad (6.3)$$

При $a < 0$ (рис. 6.2, б) ми одержимо регулятор з перехресним підвішуванням відцентрових вантажів. Графічне зображення залежності $(n/30)^2$ від кута α , що являє собою робочу характеристику регулятора, подано на рис. 6.4. Тут подано: 1 – робоча характеристика

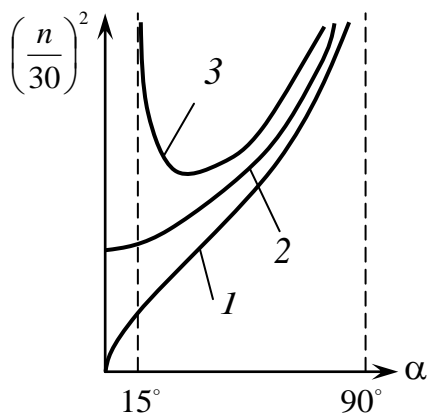


Рис. 6.4. Графік залежності величини $(n/30)^2$ від кута α

регулятора з відкритим підвішуванням відцентрових вантажів; 2 – характеристика регуляторів з центральним підвішуванням вантажів; 3 – з перехресним підвішуванням.

Характеристика статична, якщо кожній визначеній частоті n відповідає тільки одне положення вантажів (один кут α). Характеристика стійка, якщо зі збільшенням n збільшується розмах R відцентрових вантажів (кут α).

Для підйомників застосовують регулятори, що мають статичну, стійку робочу характеристику з високою чутливістю, за якою уже невелика зміна n викликає значне переміщення муфти регулятора.

Регулятори – стандартизовані елементи машин. Їх вибір з каталогу здійснюється залежно від основних розрахункових параметрів.

6.3. Розрахункові параметри регуляторів

Коефіцієнт (ступінь) нерівномірності регулятора δ_n .

Ця величина визначається за формулою

$$\delta_n = \frac{n_2 - n_1}{n_{\text{сер}}}, \quad (6.4)$$

де n_2 , n_1 , $n_{\text{сер}}$ – частоти обертання муфти регулятора при найвищому, найменшому і середньому положеннях відцентрових вантажів; δ_n

визначається для регулятора, не з'єднаного з механізмом уловлювачів.

Зазвичай $\delta_{\text{н max}} = \pm 5 \%$, $\delta_{\text{н min}} = \pm 2 \%$.

Ступінь нечутливості ε .

$$\varepsilon = \frac{(n_{\text{сер}} + \Delta n_{\text{сер}}) - (n_{\text{сер}} - \Delta n_{\text{сер}})}{n_{\text{сер}}} = \frac{2\Delta n_{\text{сер}}}{n_{\text{сер}}}. \quad (6.5)$$

Енергія регулятора E .

Це сила, що віджимає муфту регулятора вниз

$$E = E_{\text{пр}} + E_g, \quad (6.6)$$

де $E_{\text{пр}}$, E_g – енергія з боку пружини і вантажу відповідно.

Енергія з боку вантажу

$$E = S \cos \beta = G \frac{r}{q} \cos \beta = G \frac{l \sin \alpha \cos \beta}{l_1 \sin(\alpha + \beta)} = G \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{ctg} \alpha \operatorname{tg} \beta}. \quad (6.7)$$

При $\alpha = \beta$

$$E = G \frac{l}{2l_1}. \quad (6.8)$$

Переставна сила P .

Ця величина визначається з пропорції

$$\frac{P}{E} = \frac{\Delta C}{C} = \varepsilon, \quad (6.9)$$

звідки

$$P = E \cdot \varepsilon. \quad (6.10)$$

Оскільки

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{р}} + \varepsilon_{\text{л}},$$

де $\varepsilon_{\text{р}}$ – ступінь нечутливості регулятора, $\varepsilon_{\text{л}}$ – уловлювачів, то

$$P = E\varepsilon = E(\varepsilon_{\text{р}} + \varepsilon_{\text{л}}) = E\varepsilon_{\text{р}} + E\varepsilon_{\text{л}} = P_{\text{р}} + P_{\text{л}}, \quad (6.11)$$

де $P_{\text{р}}$ – сила, що витрачається на перестановку деталей регулятора;
 $P_{\text{л}}$ – сила, що витрачається на приведення в дію уловлювачів.

Зазвичай $\varepsilon_{\text{л}} = 3...4 \%$, $\varepsilon_{\text{р}} = 1...3 \%$, $\varepsilon = 4...7 \%$.

Працездатність регулятора.

Визначається як

$$A = EH, \quad (6.12)$$

де H – хід муфти регулятора.

6.4. Уловлювачі

Кожен ліфт обладнується пристроями, які попереджують падіння кабіни чи противаг у таких випадках:

- обриву чи послаблення як одного, так і одночасно декількох чи усіх вантажних канатів;
- збільшення швидкості руху кабіни (противаги) до недопустимої величини.

Уловлювачами повинні бути обладнані: кабіни ліфтів усіх типів, противаги з номінальною швидкістю 1,4 м/с і вище; противаги ліфтів, шахта яких розміщена над проходами і приміщеннями, де можуть бути люди, за винятком приміщень, які вкриті відповідними обгороджуваннями чи хід противаги йде через усю шахту до фундаменту.

В усіх випадках дія уловлювача викликає відключення електродвигуна. Уловлювачі поділяють:

- залежно від конструкції підвіски – на одно-, дво- і багатоканатні;
- залежно від конструкції фрикційного елемента – на роликові, ексцентрикові, клинові, кліщові і клинокліщові;
- за принципом дії: миттєвої дії, жорсткі і ковзні.

До уловлювачів миттєвої дії належать роликові, ексцентрикові, клинові; кліщові і клинокліщові уловлювачі належать до ковзних.

До уловлювачів ставляться такі вимоги: швидке спрацювання; плавна робота; забезпечення необхідної відстані гальмування.

Одноканатовий уловлювач показаний на рис. 6.5.

Двоканатний уловлювач показаний на рис. 6.6. У разі послаблення чи обриву каната 5 (чи двох канатів) під дією сили пружини штанга 7 переміщується униз і натискає на важелі 4 та 6, які, повертаючись, піднімають угору тяги 2 і клини 1. Для узгодження дій клинів служить система важелів 10.

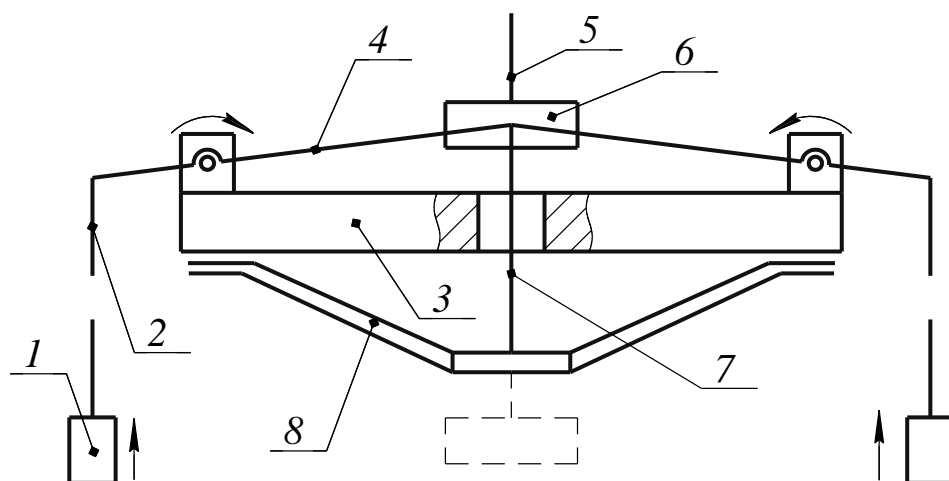


Рис. 6.5. Схема одноканатного уловлювача:
1 – клин; 2 – тяга; 3 – ригель; 4 – важіль; 5 – канат; 6 – підвіска;
7 – штанга; 8 – листовая пружина

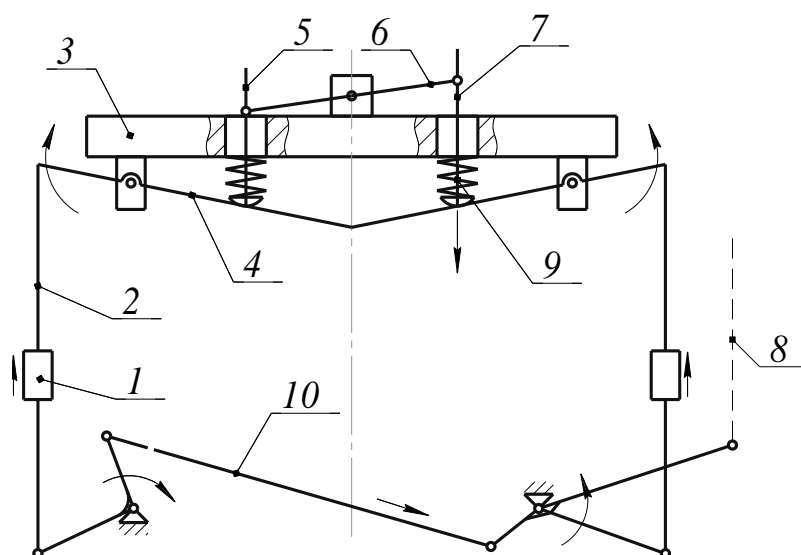


Рис. 6.6. Схема двоканатного уловлювача:
1 – клини; 2 – тяга; 3 – ригель; 4, 6 – важелі; 5 – канат;
7 – штанга; 8 – канат регулятора швидкості

Одноканатні уловлювачі мають меншу надійність.

У табл. 6.1 наведені відстані гальмування залежно від типу уловлювачів.

На рис. 6.7, 6.8 показані конструктивні схеми уловлювачів миттєвої дії: клиновий (рис. 6.7) і ексцентриковий (рис. 6.8).

Робота уловлювачів миттєвої дії відбувається під дією самоклинення їх рухомих частин (ексцентриків клинів, роликів тощо) від ваги kabini, яка рухається вниз. Самоклинення починається у той

час, коли вказані частини повертаються чи зміщуються і затиску-
ються між кабіною (противагою) і напрямними.

Таблиця 6.1

Відстані гальмування уловлювачами

Швидкість, яка приводить у дію уловлювач, м/с	Відстань гальмування уловлювачами поступової дії кабіни чи противаги, мм			
	з постійним зусиллям		з поступовим збільшуванням зусилля	
	min	max	min	max
1	150	250	600	1600
2	350	750	750	2300
3	650	1400	1000	2900
4	950	2500	1300	3600
5	1400	3800	1800	4400
6	2000	5400	2400	5200

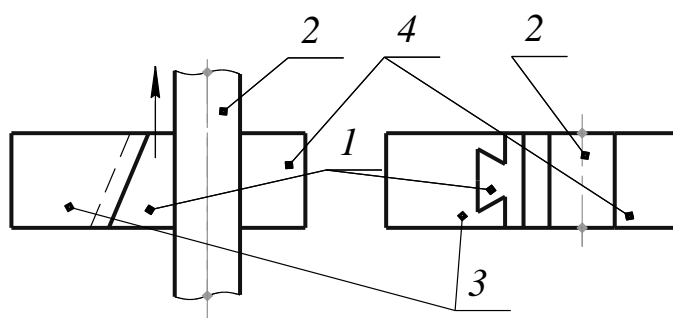


Рис. 6.7. Клиновий уловлювач:
1 – клин; 2 – напрямна; 3, 4 – башмак

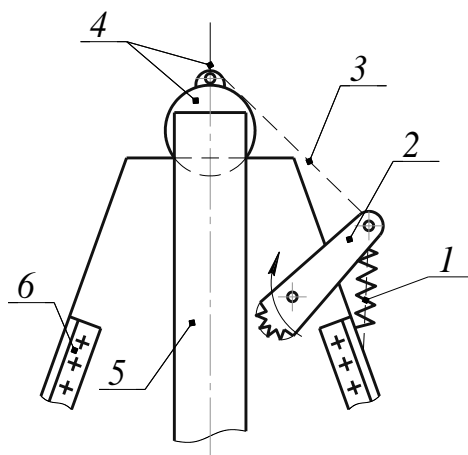


Рис. 6.8. Ексцентриковий уловлювач: 1 – пружина;
2 – ексцентрик; 3 – ланцюжок; 4 – вантажний канат;
5 – напрямна; 6 – кабіна

У зв'язку з тим, що уловлювачі миттєвої дії забезпечують зупинку кабіни на короткій відстані (приблизно 25 мм), їх можна застосовувати лише для малих швидкостей руху кабіни. Граничне значення швидкості, яка допустима при цьому, може бути визначене з рівняння руху кабіни, яке має вигляд

$$V_k = \sqrt{ah}, \quad (6.13)$$

де V_k – швидкість кабіни, з якою діє уловлювач, м/с; a – найбільш допустиме уповільнення, м/с²; h – відстань гальмування, м.

На рис. 6.9 клинокліщовий уловлювач.

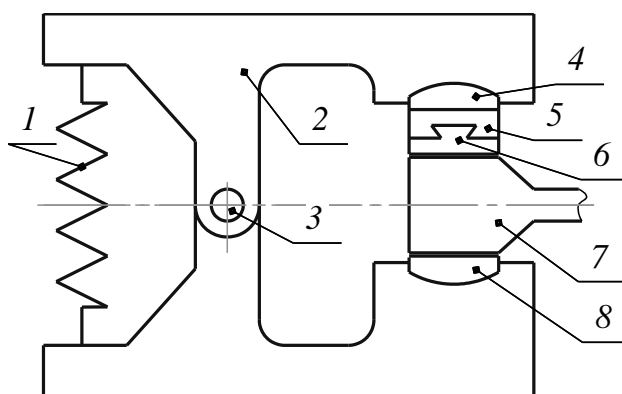


Рис. 6.9. Клинокліщовий уловлювач:
1 – пружина; 2 – важіль; 3 – вісь; 4, 5, 8 – колодки;
6 – клин; 7 – напрямна

Для пасажирських та лікарняних ліфтів уповільнення при дії уловлювачів не повинно перевищувати 9,81 м/с².

Звідси $V_k = \sqrt{9,81 \cdot 0,025} = 0,45$ м/с.

Згідно з «Правилами будови та безпечної експлуатації ліфтів» (далі ПББЕЛ) у ліфта зі швидкістю до 2 м/с уловлювачі повинні діяти при підвищенні швидкості не менше ніж на 15 % і не більше ніж на 40 %. Звідси номінальна швидкість пасажирського ліфта, для якої можна застосовувати уловлювач миттєвої дії, не повинна перевищувати

$$V = V_k / 1,4 = 0,45 / 1,4 = 0,32 \text{ м/с.}$$

Для вантажних і вантажопасажирських уловлювачів уповільнення при дії уловлювачів приймається у межах $(2-2,5) \cdot g = (19,6-24,5) \text{ м/с}^2$.

Для таких ліфтів

$$V = \sqrt{24,5 \cdot 0,025 / 1,4} = 0,55 \text{ м/с.}$$

При швидкостях $V > 1 \text{ м/с}$ повинні застосовуватись уловлювачі ковзної дії. Переважно це кліщові уловлювачі (рис. 6.10), які забезпечують відстань гальмування до 5 м (див. табл. 6.1).

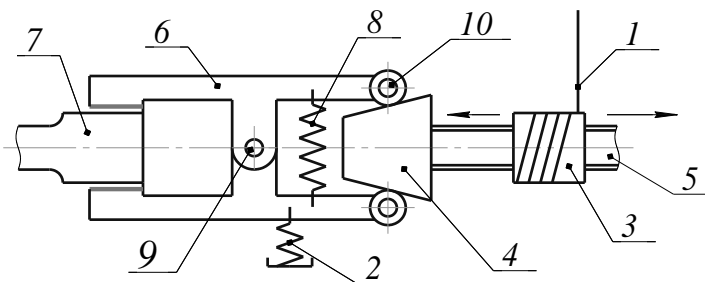


Рис. 6.10. Кліщовий уловлювач:

1 – канат регулятора швидкості; 2 – пружина; 3 – барабан;
4 – клинова колодка з правою нарізкою; 5 – клинова колодка з лівою нарізкою; 6 – кліщі; 7 – напрямна; 8 – пружина; 9 – вісь

На нижніх швелерах каркаса кабіни з обох боків на осях 9 установлюються кліщі 6, які мають сталеві загартовані губки, що можуть затискувати напрямні 7. Вони мають ролики 10, які встановлені на внутрішніх подовжених плечах кліщових важелів. Між ними розміщені клиноподібні колодки 4 (з іншого боку 5), які мають гвинтові нарізки (праву і ліву), угвинчені у барабан 3. На барабан намотано канат 1, який пов'язаний з обмежником швидкості.

6.5. Розрахунок ексцентрикових уловлювачів

Оскільки $\sum x = 0$, то можна прийняти $N_1 = N_2 = N$.

Із умови утримання кабіни у статичному стані повинна виконуватись умова $F_1 + F_2 \geq Q$; $F_1 + F_2 = k \cdot Q$ ($k = 1,5$ – коефіцієнт запасу).

Ураховуючи, що $F_1 = \mu_1 \cdot N$; $F_2 = \mu_2 \cdot N$, запишемо (рис. 6.11)

$$N \cdot (\mu_1 + \mu_2) = kQ, \quad (6.14)$$

$$N = \frac{kQ}{\mu_1 + \mu_2}, \quad (6.15)$$

$$\mu_1 + \mu_2 = k \cdot \frac{Q}{N} = 2 \cdot k \cdot \frac{Q}{2N} = 2 \cdot k \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot k \cdot \frac{a}{b}. \quad (6.16)$$

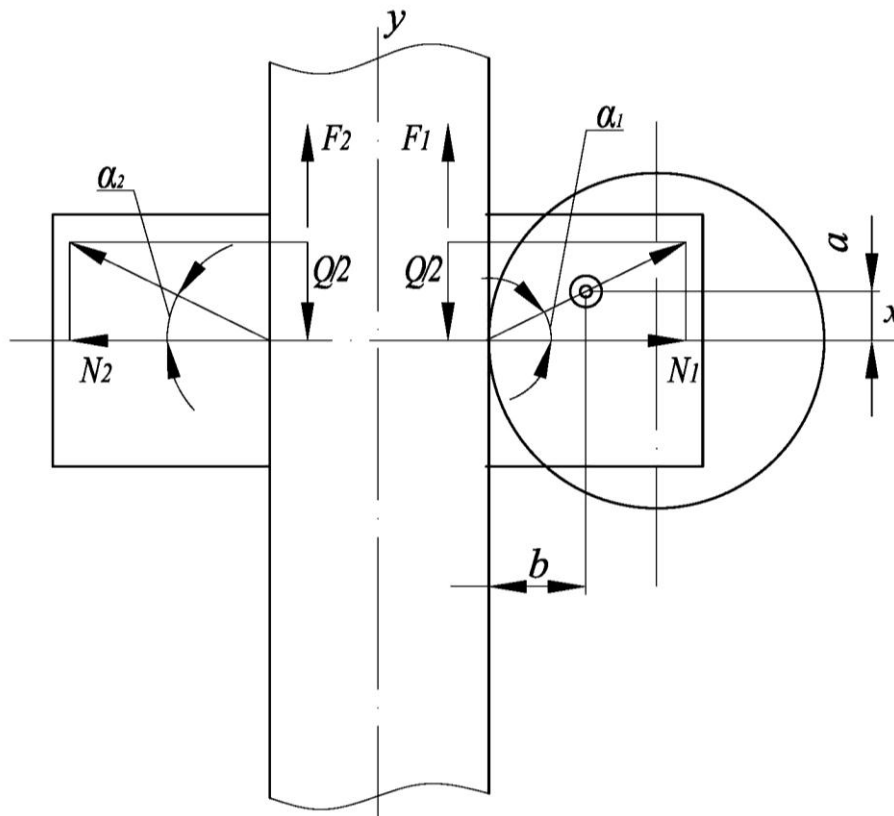


Рис. 6.11. Розрахункова схема ексцентрикового уловлювача

Вираз (6.16) дозволяє визначити положення ексцентрика.

6.6. Розрахунок клинового уловлювача

Розглянемо рівновагу клина під дією нормальних реакцій N_1 і N_3 та сил тертя F_1 і F_3 (рис. 6.12).

Проекції сил на осі x і y :

$$\begin{aligned} \sum x &= 0; \\ N_1 - N_3 \cdot \cos \alpha + F_3 \cdot \sin \alpha &= 0; \\ \sum y &= 0. \end{aligned} \quad (6.17)$$

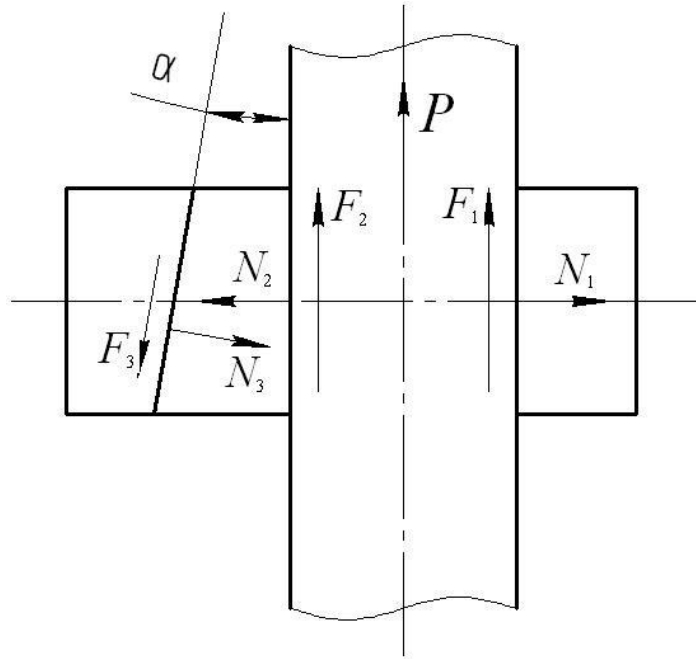


Рис. 6.12. Розрахункова схема клинового уловлювача

Виходячи з (6.17):

$$P + F_1 - F_3 \cdot \cos \alpha - N_3 \cdot \sin \alpha = 0; \quad (6.18)$$

$$F_1 = N_1 \cdot \mu_1; \quad F_3 = N_3 \cdot \mu_3,$$

де N_1 , N_3 – нормальні сили, які діють на клин; F_1 , F_3 – сили тертя, які діють на клин; P – сила від каната обмежника.

При зупиненні кабіни $P = 0$, тому рівняння (6.18) буде мати вигляд

$$F_1 - F_3 \cdot \cos \alpha - N_3 \cdot \sin \alpha = 0. \quad (6.19)$$

Тоді рівняння (6.17) і (6.18) перетворяться на такі:

$$N_1 = N_3 \cdot (\cos \alpha - \mu_3 \cdot \sin \alpha), \quad (6.20)$$

$$N_1 \cdot \mu_1 = N_3 \cdot (\mu_3 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha). \quad (6.21)$$

Помножимо рівняння (6.20) на μ_1 і прирівняємо праві частини:

$$\mu_1 \cdot N_1 (\cos \alpha - \mu_3 \cdot \sin \alpha) = N_1 \cdot (\mu_3 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha); \quad (6.22)$$

$$\mu_1 \cdot \cos \alpha - \mu_1 \cdot \mu_3 \cdot \sin \alpha = \mu_3 \cos \alpha + \sin \alpha; \quad (6.23)$$

$$\sin \alpha \cdot (1 + \mu_1 \cdot \mu_3) = \cos \alpha \cdot (\mu_1 - \mu_3); \quad (6.24)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu_1 - \mu_3}{1 + \mu_1 \cdot \mu_3}.$$

У всякому разі для працездатності клинового уловлювача $\mu_1 > \mu_3$.

У табл. 6.2 наведені коефіцієнти тертя μ між елементами уловлювача.

Таблиця 6.2

Значення коефіцієнтів тертя між елементами уловлювача

Характеристика поверхні	Значення коефіцієнта μ
Зубчаста сталева поверхня і гладка дерев'яна	0,3...0,5
Зубчаста сталева поверхня і гладка сталева	0,2...0,3
Гладка сталева поверхня і гладка дерев'яна	0,15...0,2
Гладка сталева поверхня і гладка сталева	0,08...0,15
Сталеві кульки чи ролики між гладкими сталевими поверхнями	0,01...0,03

6.7. Перевірка ексцентрикового уловлювача на питомий тиск

Ексцентрикові уловлювачі перевіряють на питомий тиск

$$\rho = \frac{N}{c \cdot D} \leq [\rho], \quad (6.25)$$

де N – нормальна сила на ексцентрик, Н; c , D – ширина і діаметр ексцентрика, мм; $[\rho]$ – допустимий питомий тиск; $[\rho] = 5$ МПа для зубчастих поверхонь; $[\rho] = 12$ МПа для гладких поверхонь.

6.8. Динамічні навантаження, які виникають під час дії уловлювача

Розрахунок усіх типів уловлювачів виконують за гальмівним зусиллям, яке витрачається на утримання кабіни, що падає з ванта-

жем, і на гасіння їх кінетичної енергії. Для зупинки падаючої кабіни з вантажем необхідне виконання умови

$$\frac{QV^2}{2g} = \varphi Fh - \varphi Qh, \quad (6.26)$$

де Q – вага кабіни з вантажем, Н; F – сила тертя, Н; h – відстань гальмування, м; вираз $\frac{QV^2}{2g}$ – кінетична енергія падаючої кабіни з вантажем; $F \cdot h$ – робота сил тертя; $Q \cdot h$ – робота сил ваги; $\varphi = 0,5$ – для миттєвих уловлювачів; $\varphi = 1$ – для уловлювачів, що ковзають

$$F = \frac{QV^2}{2g \cdot \varphi h} + Q = Q \cdot \left(\frac{V^2}{2g \cdot \varphi h} + 1 \right) = K_g \cdot Q, \quad (6.27)$$

де K_g – коефіцієнт динамічності.

Якщо вантаж знаходиться на 1/6 від геометричного центра і вага кабіни дорівнює вазі вантажу, то

$$F = \frac{7}{12} K_g \cdot Q;$$

$$F = \frac{Q}{g} \cdot \left(\frac{V^2}{2\varphi h} + g \right) = \frac{Q}{g} \cdot (a + g) = m_Q \cdot (a + g), \quad (6.28)$$

де $a = \frac{V^2}{2\varphi h}$ – уповільнення кабіни;

$$V = \sqrt{2a\varphi h}.$$

Нормальна реакція

$$N = \frac{F}{\mu}. \quad (6.29)$$

Контрольні запитання

1. Назвіть типи регуляторів швидкості.
2. Накресліть схему регулятора швидкості з горизонтальною віссю обертання.
3. Дайте зображення схеми шпиндельного регулятора.
4. Схема розрахунку шпиндельного регулятора?
5. Які існують типи уловлювачів?
6. Опишіть методики розрахунків уловлювачів.
7. Як взаємодіють уловлювачі з регуляторами швидкості?
8. Схема розрахунку клинового уловлювача.
9. Назвіть основні розрахункові параметри регуляторів.
10. Сформулюйте теорію відцентровних регуляторів.

7. КАБІНИ, ПРОТИВАГИ, ШАХТИ

7.1. Кабіни

Кабіна – це конструкція, яка призначена для розміщення пасажирів і вантажів.

Конструктивна схема кабіни показана на рис. 7.1.

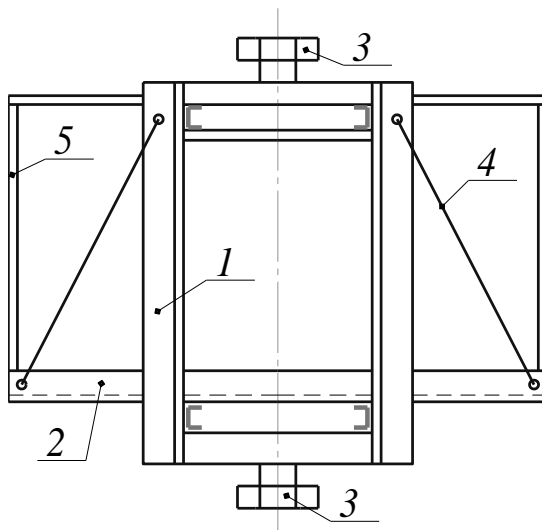


Рис. 7.1. Конструктивна схема кабіни:
1 – каркас; 2 – підлога; 3 – напрямний башмак;
4 – підвіска підлоги; 5 – огороження

Кабіна складається з металевого рамного каркаса, огорожі і дверних пристроїв. На кабіні встановлюються прилади керування, освітлення, сигналізації, блокування.

Огороження може бути металевою чи дерев'яною. Кабіни пасажирських та лікарняних ліфтів можуть бути виконані зі скла товщиною не менше ніж 4 мм, за умови розташування огороження зі скла на висоті не нижче 1000 мм. Стеля кабіни повинна витримувати зосереджене навантаження більше 1000 Н.

Висота кабіни для малих вантажних ліфтів приймається 1000 мм і більше, для інших – не менше ніж 2000 мм, для вантажних ліфтів, які завантажуються електрокарами, – більше 2200 мм.

Площа підлоги для малого вантажного ліфта має бути не менше ніж 0,6 м². Кабіни пасажирських ліфтів оснащуються вентиляційними отворами.

Застосовуються підлоги двох типів: рухомі і нерухомі. В даній роботі розглянемо рухомі підлоги.

Рухомі підлоги призначені для перемикання з зовнішнього керування на внутрішнє. Рухому підлогу встановлюють на важільну систему таким чином, що вже при корисному навантаженні кабіни 150 Н вона опуститься на 10...20 мм, і спрацює один з контактних пристроїв, який вмикає мережу внутрішнього керування ліфтом. При навантаженні 90 % від номінального спрацює інший контактний пристрій, який дозволяє ліфту не реагувати на попутні зовнішні виклики.

При перевищенні навантаження на 10 % від номінального спрацює контактний пристрій, який вимикає привід ліфта від силової мережі. Звільнена від корисного навантаження підлога під дією пружин повертається в початкове положення, вмикаючи контакти мережі зовнішнього керування.

Вертикальні елементи статично невизначеної рами каркаса діють на згинання та розтягання, горизонтальні – на згинання та стискання. Епюри згинальних моментів показані на рис. 7.2.

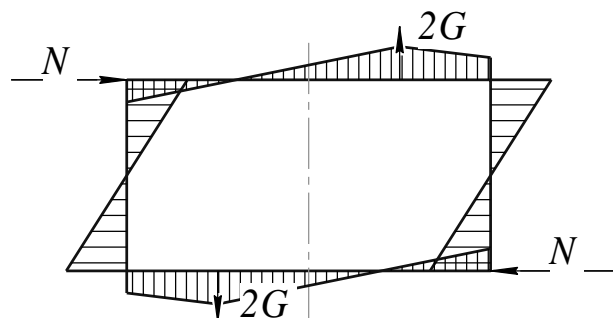


Рис. 7.2. Епюри згинальних моментів, які діють на раму кабіни

7.2. Башмаки

Розрізняють два типи башмаків: *башмаки ковзання* (рис. 7.3, а, б); *башмаки роликові* (рис. 7.3, в). Башмаки ковзання застосовують для ліфтів з малими швидкостями; роликові – при швидкостях $V > 1,5$ м/с. Діаметр роликів – 150–200 мм. Для зменшення шуму ободи роликів покривають гумою.

У ліфтах, обладнаних ковзанням, застосовують мастильні пристрої знімальні, разового змащення і постійно діючі, фітильні. Мастильні пристрої зазвичай прикріплюються до корпусу башмака.

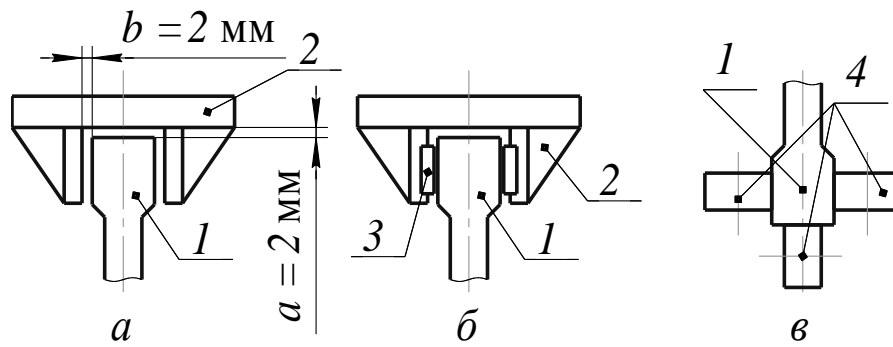


Рис. 7.3. Схеми башмаків:

1 – напрямна; 2 – башмак; 3 – закладка; 4 – ролик;
а – жорсткий башмак; б – із вкладишем; в – роликовий

7.3. Підвіски

Застосовують підвіски: *балансирні* і *пружинні*. Залежно від кількості канатів підвіски можуть бути: одноканатні, двоканатні, багатоканатні.

У ліфтах з барабанною лебідкою зазвичай застосовують балансирні підвіски (рис. 7.4, а, б). Вони відрізняються від пружинних більш рівномірним вирівнюванням натягів канатів, але незручні тим, що канати знаходяться на великій відстані один від одного і при наближенні кабіни чи противаги до лебідки значно відхиляються від вертикалі (на близькій відстані збільшується кут відхилення).

На рис. 7.4, в показана шестиканатна пружинна підвіска. Її кругла траверса (плита) 3 прикріплюється до каркаса кабіни двома скобами 2. Крізь плиту пропущені болти 4, до яких прикріплені канати 6. На болти надіто пружини 7 з регульовальними гайками. Такі підвіски встановлюються на кабінах та противагах і можуть бути виконані з декількох канатів.

7.4. Противага

Противага призначена для зрівноважування кабіни і частини вантажу з метою зменшення потрібної потужності. Підвішують її до несучих канатів, які навиваються на барабан лебідки чи до вільного кінця канатів, що обтискають канатопривідний шків.

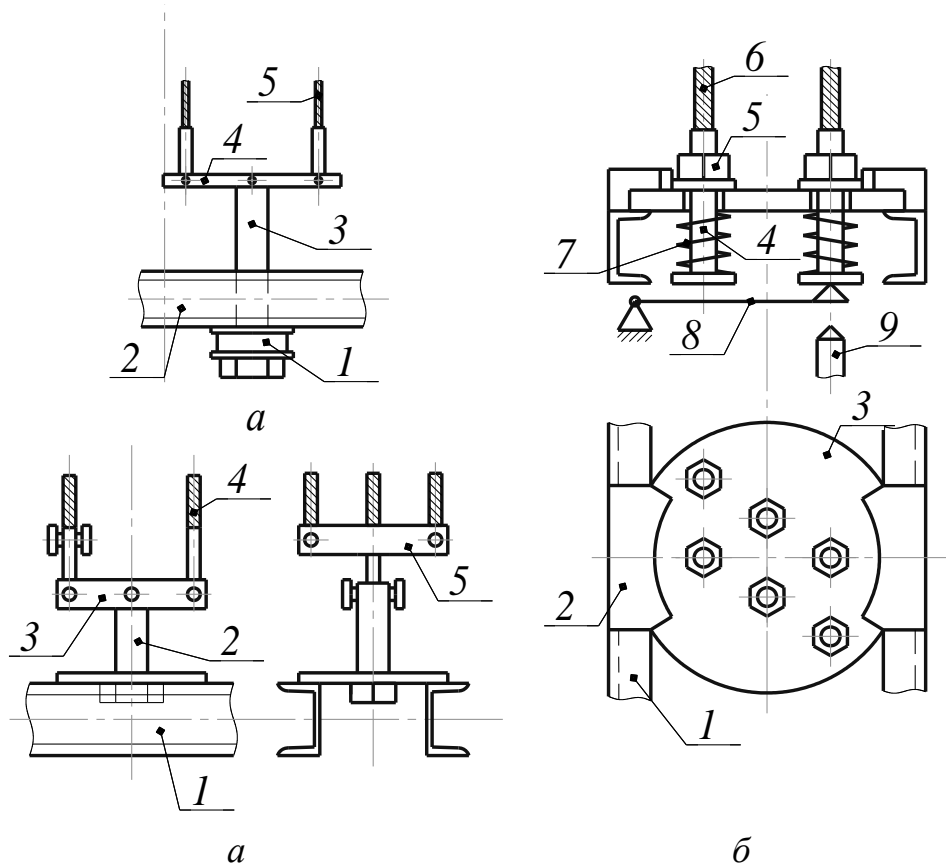


Рис. 7.4. Конструктивні схеми підвісок: *а* – двоканатна балансирна підвіска: 1 – упор; 2 – ригель kabіни; 3 – тяга; 4 – балансир; 5 – канат; *б* – триканатна балансирна підвіска: 1 – ригель kabіни; 2 – упор; 3 – балансир подовжений; 4 – канат; 5 – балансир поперечний; *в* – пружинна підвіска: 1 – ригель kabіни; 2 – скоба; 3 – диск; 4 – штир; 5 – муфта; 6 – канат; 7 – пружина; 8 – важіль; 9 – контактний пристрій

Противага переміщується впродовж окремих напрямних, які мон-туються в шахті чи (якщо це треба за місцевих умов) за її межами.

В останньому випадку напрямні мають відповідне огороження вздовж усієї висоти, яка відповідає вимогам пожежної безпеки і зручності обслуговування. При правильному виборі ваги противаги значно скорочуються експлуатаційні витрати електроенергії.

Вага противаги визначається за формулою

$$G_{\Pi} = P + c \cdot Q, \quad (7.1)$$

де P – власна вага kabіни; Q – номінальна вага вантажу; c – коефі-цієнт зрівноважування.

Для ліфтів з малим навантаженням (наприклад, для житлових будинків) $c = 0,3$; для більш навантажених ліфтів $c = 0,5$.

У ліфтах малої вантажопідйомності противага виготовляється у вигляді чавунних плит, які виливаються разом з башмаками. У ліфтах середньої та великої вантажопідйомності застосовується противага складальної конструкції, яка має раму і набір вантажів (рис. 7.5).

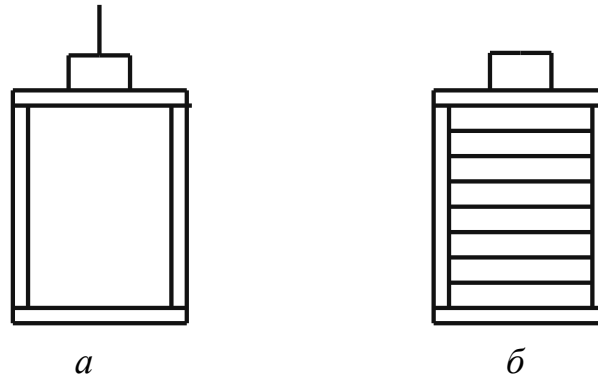


Рис. 7.5. Схеми противаги: *а* – суцільна; *б* – складена

7.5. Шахти та машинні приміщення

З метою безпеки кабіни ліфтів і противаги розміщують у шахтах. У середині шахти розміщують напрямні кабіни і противаги, кабель керування, кінцеві вимикачі, дроти і т.д. У нижній частині (прямку) встановлюються буфери та натяжні вантажі обмежників швидкості, зрівноважу-вальних канатів і т.д.

Залежно від прийнятої схеми ліфта над шахтою чи поруч з нею розміщують машинне приміщення. В огороженнях шахт на рівні майданчиків, які обслуговуються ліфтом, розташовані двері.

Шахти можуть бути розташовані як усередині, так і зовні приміщень. Якщо шахта розташована зовні, то вона встановлюється на фундаменті і прикріплюється дужками чи відтяжками до стін споруди. При недостатній стійкості шахти (наприклад, у переносних ліфтах) для попередження перекидання шахт застосовують противаги. У таких ліфтах усі навантаження (від ваги обладнання, натягу канатів і т.д.) передаються на елементи шахт. Такі шахти залежно від умов споруджуються з цегли, бетону чи металевих конструкцій. Якщо конструкція шахти має стінки однакової товщини з цегли чи бетону, то ці шахти називаються безкаркасними. У ряді випадків для передачі силових навантажень шахта має залізобетонний чи металевий каркас (каркасні шахти).

Якщо ліфт знаходиться усередині споруди, тип шахти залежить від навантажень на елементи споруди. Шахти називаються несучими, якщо вони приймають навантаження від ліфтового обладнання повністю. Якщо навантаження від обладнання ліфтів передаються повністю чи частково на елементи споруди, то застосовують так звані шахти полегшеного типу.

У промислових та громадських спорудах при великих вантажопотоках під шахти відводять спеціальні приміщення усередині споруди (вбудовані шахти). Такі шахти є пожежонебезпечними, оскільки вогонь може легко перекинутись з поверху на поверх. Для високих споруд ліфт у цьому випадку є одночасно одним із засобів евакуації людей у разі небезпечних обставин. Тому стінки таких шахт повинні бути обладнані вогнетривкими матеріалами.

Шахти мають бути обгороджені з усіх боків на повну висоту. Для ліфтів з металевими каркасами, які встановлені зовні споруд, огороження, як правило, роблять металевими. У цьому випадку шахта зашивається суцільними листами товщиною не менше 1 мм чи сіткою з діаметром дроту понад 1,4 мм з розміром отворів не більше 20 мм. При сітчастих обгородженнях нижня частина фасаду шахти на кожному поверсі також зашивається на висоту не менше 1 м від підлоги суцільними листами товщиною не менше 1,4 мм.

Загальна висота шахти складається з глибини приямка, висоти підйому кабіни (від майданчика нижнього поверху до майданчика верхнього поверху) і відстані від майданчика верхнього поверху до перекриття шахти. Ця відстань визначається за формулою

$$H_0 = h_k + \Delta h + f + h_0, \quad (7.2)$$

де h_k – відстань від підлоги поверхового майданчика до верхньої точки кабіни; Δh – додатковий хід кабіни до моменту посадки противаги на буфері; f – величина стиснення буфера від противаги; h_0 – найменший запас ходу кабіни після посадки противаги на стиснені буфери.

Величину h_0 приймають не менше 600 мм. Для малих вантажних ліфтів цей розмір може бути зменшений до 150–200 мм. Величина Δh визначається з умови розташування верхніх кінцевих вимикачів, вона не повинна бути меншою, ніж хід кабіни, який має місце через неточність зупинки кабіни.

Противага підвішується так, щоб при посадці кабіни на повністю стиснені буфери залишався запас її ходу до перекриття не

менше ніж 200 мм при швидкості кабіни до 1 м/с і не менше 600 мм при більших швидкостях.

Для стандартних вантажних ліфтів висота $H_0 = 3600\text{--}3900$ мм, для пасажирських $H_0 = 3600\text{--}4800$ мм залежно від швидкості їх кабін.

Підйомні механізми всіх ліфтів, крім малих вантажних, установлюються у спеціальних закритих приміщеннях, які називаються машинними. Крім лебідок у машинних приміщеннях установлюють також обмежник швидкості і основну апаратуру ліфта (розподільний щит, магнітні станції і т.д.).

Стіни стелі і підлоги машинних приміщень виготовляються з вогнестійких матеріалів. Лебідка, як правило, встановлюється на балки, які опираються на конструкції шахт та споруди.

Для зменшення впливу шуму машинне приміщення не можна розташовувати біля житлових приміщень. Їх стінки обладнують звукоізоляцією. Для зниження вібрації і шуму підлога може бути більш важкою. Балки і раму лебідки встановлюють на спеціальні звукоізоляційні прокладки.

Граничні відхилення від проектних розмірів ширини та глибини шахти не повинні перевищувати +30 мм. Відхилення стін шахти від вертикальної площини не повинно перевищувати 15 мм при висоті підйому кабіни більше 75 м. Допустима різниця діагоналей шахти у плані не повинна бути більше 25 мм.

Отвори та закладні деталі для кріплення кронштейнів напрямних допускається зміщувати у вертикальному напрямку (угору чи вниз) від вказаного на кресленнях не більше ніж на 300 мм. Допустиме відхилення будівельної частини ліфта від номінального положення повинне бути не більше:

а) отворів для кріплення кронштейнів напрямних у горизонтальному напрямку (вправо чи вліво) 20 мм;

б) закладних деталей для кріплення кронштейнів напрямних у горизонтальному напрямку (вправо чи вліво) 10 мм;

в) закладних для кріплення інших деталей ліфта (у будь-якому напрямку) 10 мм;

г) отворів у підлозі машинного приміщення (у будь-якому напрямку) 10 мм.

Будова металевих каркасних шахт з огороженням їх металевою сіткою допускається тільки при неможливості будови глухих шахт; ця будова у кожному випадку повинна бути погоджена з голов-

ною організацією з проектування ліфтів. Розміри отворів будівельних конструкцій для встановлення металевої каркасної шахти повинні бути на 100 мм більшими від її зовнішніх розмірів з урахуванням виступних частин огорожі цієї шахти. Внутрішні розміри (у плані) металевої каркасної шахти повинні дорівнювати внутрішнім розмірам (у плані) глухої шахти всіх ліфтів, а у лікарняних – більше за шириною на 50 мм.

Якщо встановлені два і більше ліфтів в одній загальній шахті, то ширина такої шахти повинна дорівнювати сумарній ширині шахт для встановлених у ній ліфтів, збільшеній на ширину балок, установлених між ліфтами і призначених для кріплення напрямних, але не більше 100 мм для кожної балки.

Розміри кабін шахт, дверей кабін і шахт машинних приміщень і глибин прямих нестандартних ліфтів повинні у всіх випадках відповідати таким вимогам:

1. Висота кабін і висота дверей кабін і шахт у ліфтів, у кабін у яких передбачений вхід людей повинна бути, не менше ніж 2000 мм; у вантажних ліфтів, які завантажуються засобами наземного транспорту з водієм, – не менше 2200 мм; у ліфтів вантажних малих – не більше 1000 мм.

2. Висота кабін і висота дверей кабін і шахт може бути менше 2000 мм, якщо при навантаженні і розвантаженні кабін не повинні входити і виходити люди.

3. Висота кабін визначається відстанню від рівня її підлоги до стелі, причому у випадку розташування в кабіні рейок для вагонеток висота рейок не враховується.

4. Висота дверей вимірюється від рівня порога до верхньої обв'язки прорізу дверей, причому виступні частини (упори і деталі замків) розміром не більше 50 мм біля порога і верхньої обв'язки не враховуються.

5. Висота шахт ліфтів, які обладнані лебідкою з канатопровідним шківом, повинна бути такою, щоб після того, як противага (кабіна) зупиниться на повністю стиснутому буфері, забезпечувалась можливість вільного ходу кабін (противаги) угору на відстань не менше $200 + 60v^2$ (мм) для всіх ліфтів, обладнаних жорсткими упорами чи пружинними буферами, крім малих вантажних ліфтів, і $100 + 60v^2$ мм для малих вантажних ліфтів, де v – номінальна швидкість руху кабін.

У тих випадках, коли ліфти обладнані масляними буферами, ця відстань не повинна бути менше 500 мм. Для ліфтів, у яких не відбувається ковзання каната на канатопривідному шківі під час нерухомої противаги чи кабіни, при визначенні висоти шахти потрібно врахувати можливість додаткового руху кабіни (противаги) угору після посадки противаги (кабіни) на повністю стиснутий буфер за рахунок інерції обертальних мас лебідок і маси канатів.

6. Висота шахти ліфтів, які обладнані барабанною лебідкою, має бути такою, щоб після зупинки противаги (кабіни) на повністю стиснутих буферах забезпечувалась можливість вільного ходу кабіни (противаги) угору на відстань не менше 200 мм.

7. При визначенні висоти шахти необхідно врахувати також, що відстань від майданчиків на стелі кабіни, які призначені для розміщення обслуговуючого персоналу, до виступних елементів перекриття над шахтою чи обладнанням, яке встановлено під перекриттям, при зупиненні противаги на повністю стиснутому буфері становить не менше 700 мм.

8. Унизу за межею нижнього робочого положення кабіни повинен бути прямокутник, у якому розміщуються упори чи буфери і натягувальний пристрій для канатаобмежувача швидкості і зрівноважувальних канатів (якщо вони застосовуються). Мінімальна висота прямокутника повинна бути такою, щоб при положенні кабіни на упорах чи повністю стиснутих буферах відстань від підлоги прямокутника до нижніх виступних частин кабіни, окрім башмаків і козирка під порогом, була не менше 750 мм. Для малих вантажних ліфтів ця відстань може бути зменшена до 50 мм. Прямокутник глибиною понад 2000 мм повинен бути обладнаний вхідними дверима, які зачиняються на замок. Двері повинні відчинятися назовні і мати розміри не менше 600 × 1800 мм.

Прямокутник глибиною до 2000 мм включно повинен бути обладнаний драбиною, дужками чи сходинками, які полегшують вхід і вихід із прямокутника і не перешкоджають посадці кабіни на упори чи буфер. Відстань між кабіною, противагою і елементами шахти для запобігання під час роботи ліфта зачепленню його рухомих елементів за нерухомі, а також для забезпечення можливості обслуговування вузлів має відповідати вказаним нижче значенням.

Кабіна – шахта. Між порогами дверей кабіни і шахти відстань однакова вдовж всієї ширини порога (15–20 мм).

Між зовнішньою поверхнею дверей кабіни і стіною шахти:

- для ліфтів з двійчастими дверима (25–135 мм);
- для ліфтів з розсувними дверима, стулки яких розташовані в одній площині 25–200 мм;
- для ліфтів з розсувними дверима, стулки яких розташовані у двох площинах 25–250 мм;
- для ліфтів з вертикально розсувними дверима – 25–250 мм.

Від виступних деталей кабіни до виступних деталей огорожень шахти з боку, до якого повернені двері кабіни, 25 мм.

Від виступних деталей кабіни до сітки (для сітчастого огороження шахти) 50 мм.

Від зовнішньої поверхні кабіни до внутрішньої поверхні огороження шахти (пояси шахти і ригельні балки, які виступають не більш ніж на 50 мм, не враховуються), має бути:

- з боку розташування уловлювачів, за винятком випадку, коли з цього боку проходить противага для вантажних малих ліфтів, 150–250 мм;
- те ж для інших ліфтів 200–350 мм;
- з боку противаги – до 300 мм;
- із заднього боку кабіни для бічного розташування противаги – до 300 мм.

Кабіна – противага. Між виступними деталями кабіни і противаги більше 50 мм.

Від зовнішньої поверхні кабіни до поверхні противаги – до 250 мм.

Противага – шахта. Між виступними деталями противаги і огороження шахти – понад 25 мм.

Від виступних деталей противаги до сітки (для сітчастого огороження шахти) – більше 50 мм.

Кабіна (противага) – напрямні. Між виступними деталями кабіни (противаги) і конструкціями, до яких прикріплюються напрямні, чи деталями кріплення напрямних (стикові планки, притискувальні болти кріплення і т.д.) – більше 10 мм.

Розташування шахти ліфта над проходами і приміщеннями, в яких можуть знаходитися люди (за винятком приміщення для механізмів ліфта), допускається тільки у випадках, коли: а) противага обладнана уловлювачами; б) противага пропущена через розташовані під шахтою приміщення і при цьому огорожена; в) перекриття,

розташоване під шахтою ліфта, має здатність витримати удар проти- ваги, яка вільно падає з найбільш можливою швидкістю. У шахті ліфта дозволяється прокладати санітарно-технічні, електричні і телефонні комунікації, при цьому пускорегулювальні прилади цих комунікацій і роз'єднання повинні бути розташовані поза шахтою. Розташовувати у шахті ліфта паропроводи і газопроводи, а також інше обладнання, яке не належить ліфту, за винятком указанного вище, не допускається. Усі входні і завантажувальні прорізи у шахті ліфта повинні зачинятися за допомогою дверей.

Розміри машинного приміщення всіх ліфтів, крім вантажних малих, для забезпечення зручності обслуговування механізмів і електрообладнання повинні бути такими, щоб виконувалися вимоги:

а) забезпечувався підхід до лебідки і мотор-генератора не менш чим з двох боків при ширині проходу не менше 500 мм;

б) ширина проходу як з переднього, так і з заднього боку панелі керування була не менше 750 мм. Панель керування, у якої монтаж і демонтаж електричних апаратів і приєднання до них дротів здійсню- ються з переднього боку, допускається встановлювати упритул до стіни машинного приміщення, а також в отворах глибиною не більше товщини панелі. При ширині панелей керування, які не перевищують 1000 мм, і за умови доступу до заднього боку панелі з двох бокових сторін зазор між стіною і панеллю може бути зменшений до 200 мм. При ширині панелі більше 1000 мм чи за наявності доступу з одного боку зазор може бути зменшений до 500 мм;

в) у машинному приміщенні біля входу була б вільна площа розміром не менше 1000 × 1000 мм;

г) при встановленні у машинному приміщенні декількох привід- них механізмів відстані між незахищеними струмопровідними части- нами одного ліфта і привідним механізмом іншого ліфта були б не менше 1500 мм.

Машинне приміщення і приміщення для верхніх блоків малих вантажних ліфтів можуть за умови забезпечення зручності обслуго- вування механізмів і блоків мати розміри, менші вказаних. Машинне приміщення і приміщення для верхніх блоків ліфтів повинні мати висоту не менше 2200 мм від підлоги до найнижчих частин перек- риття. У вантажного малого ліфта при розташуванні машинного приміщення чи приміщення для верхніх блоків під стелею остан- нього поверху, який обслуговується, ця висота може бути зменшена до 800 мм. Висота дверей повинна бути не менше 1800 мм.

У машинному приміщенні допускається прокладати санітарно-технічні, електричні та телефонні комунікації, які не належать до ліфтових установок, за умови, що пускорегулювальні пристрої і роз'єднання комунікацій розташовані поза цими приміщеннями.

Приміщення для механізмів ліфта і верхніх блоків повинні бути сухими і освітлюватися електричними світильниками. Необхідність пристроїв опалення і вентиляції має бути визначена під час проектування будівлі чи під час розробки проекту встановлення ліфта. Для вантажного малого ліфта машинне приміщення може бути відсутнім. У цьому випадку лебідка ліфта повинна бути огорожена міцним металевим кожухом, а панель керування встановлюватися у безпосередній близькості від лебідки у закритій металевій шахті. Машинне приміщення і приміщення верхніх блоків вантажного малого ліфта допускається розташовувати під стелею останнього поверху, який обслуговується ліфтом, за умови доступу ззовні через лази, які забезпечують огляд і обслуговування механізмів не менше, чим з двох боків.

Машинне приміщення і приміщення для верхніх блоків повинні мати суцільне огороження з усіх боків і на всю висоту, а також верхнє перекриття і підлогу. Нижнє перекриття повинне бути розраховано на навантаження від працюючих механізмів ліфта. Для типових ліфтів ці навантаження вказані в альбомі завдань на проектування будівельної частини ліфтових установок АТ-4 і АТ-5.

Якщо встановлені два і більше ліфтів в одній загальній шахті, вони мають бути відокремлені один від одного огороженням з матеріалів, які допускаються для огороження шахти. Дозволяється ці огороження встановлювати на висоту 2000 мм від підлоги прямка за умови огороження верхньої частини кабіни з трьох боків перилами висотою 1000 мм з суцільним захистом знизу висотою 100 мм.

Контрольні запитання

1. Накресліть конструктивну схему кабіни ліфта і епюри навантаження рами кабіни.
2. Які види противаги застосовують у ліфтах?
3. Наведіть основні розміри кабін, противаг і їх розташування в шахтах.

8. ДВЕРІ ШАХТ ТА КАБІН ЛІФТІВ

8.1. Конструкції і типи дверей

Двері шахт і кабін призначені для перекривання входів і виходів з шахт та кабін ліфтів. Окрім того, вони повинні забезпечити надійний захист від вогню та диму у випадку пожежі. Конструкція і розміри дверей, спосіб їх відчинення і зачинення суттєво впливають на продуктивність ліфтів.

Двері шахт та кабін ліфтів можна класифікувати за такими ознаками:

- за способом відчинення та зачинення – двійчасті, розсувні;
- за кількістю стулок – одно-, дво-, багатостулкові;
- за конструкцією – щитові, решітчасті, шторні;
- за кількістю швидкостей відчинення, зачинення – одно-, дво-, багатошвидкісні;
- за способом приведення до дії – ручні, напіваавтоматичні, автоматичні.

Розсувні двері виготовляються з решітчастими та з суцільними стулками.

Розсувні двостулкові двері можуть відчинятися у різні від середини боки (рис. 8.1, *е, ж*) чи в один бік (рис. 8.1, *з, д*). У першому випадку стулки рухаються з однаковою швидкістю (одношвидкісні двері центрального відчинення), а в іншому – швидкість однієї стулки у два рази перевищує швидкість другої (двошвидкісні двері). При наявності трьох стулок, які відчиняються в один бік, усі вони мають неоднакову швидкість (тришвидкісні двері). Напрямок руху стулок розсувних дверей може бути горизонтальним (горизонтально розсувні двері) і вертикальним (вертикально розсувні двері). Двері, які відчиняються уверх і зачиняються вниз, називаються гільйотинними.

Розсувні двері виготовляються у вигляді окремих стулок з жорстким каркасом (стулкові двері) чи у вигляді окремих стрижнів (штанг) Б, які з'єднані решіткою (решітчасті чи штангові двері).

Дотичні кромки стулок дверей пасажирських ліфтів обладнуються спеціальними гумовими прокладками, які пом'якшують удар під час зачинення дверей.

Одностулкові (рис. 8.1, *а*) і двостулкові (рис. 8.1, *б*) двійчасті двері застосовуються як для кабін, так і для шахт. Чотиристулкові двері (рис. 8.1, *г*) для кабін не застосовуються, тому що їх стулки при повертанні займають значний простір, що заважає нормальному заповненню кабінки.

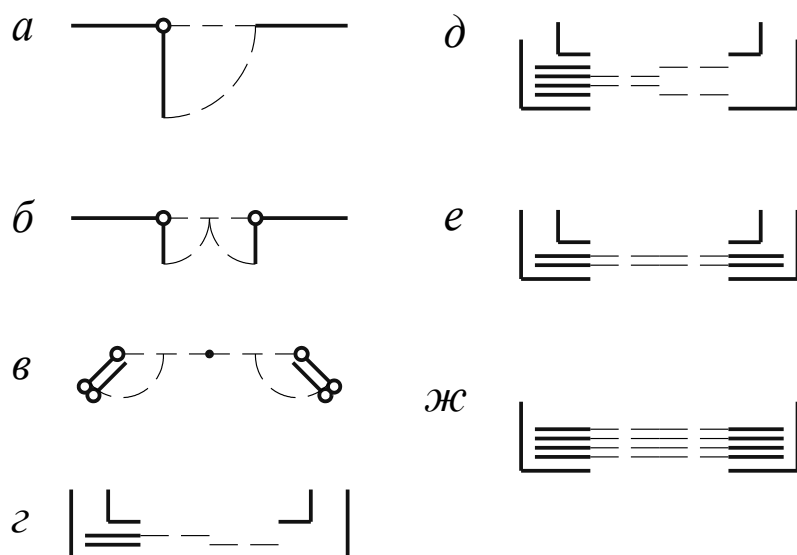


Рис. 8.1. Двері кабін та шахт: *а* – одностулкові двійчасті; *б* – двостулкові двійчасті; *в* – чотиристулкові двійчасті; *г* – одностулкові розсувні; *д* – двостулкові розсувні; *е* – двостулкові розсувні; *ж* – чотиристулкові розсувні

Для забезпечення безпеки двійчасті двері шахт відчиняються тільки у бік поверхового майданчика, а двері кабінки тільки всередину кабінки. Відчинення і зачинення двійчастих дверей здійснюється ручним способом. Оскільки стулки двійчастих дверей кабінки не виходять за габарити кабінки, для їх відчинення не потрібно збільшувати ширину шахти. Завдяки таким властивостям двійчасті двері широко застосовуються з обмеженими габаритами шахт, а також у тих випадках, коли тривалість операції відчинення і зачинення дверей не має суттєвого значення (вантажні і лікарняні ліфти, пасажирські ліфти житлових будинків висотою до 10–12 поверхів). Двійчасті двері шахт пасажирських ліфтів малої вантажопідйомності виготовляються зазвичай одностулковими. Двійчасті двері шахт пасажирських ліфтів великої вантажопідйомності, а також шахтні двері лікарняних і вантажних ліфтів частіше виготовляються двостулковими.

Двійчасті двері кабін виготовляються зазвичай двостулковими, оскільки застосування двох стулок замість однієї дозволяє скоротити простір, який займають двері під час відчинення.

Огородження двійчастих дверей можуть бути сітчастими (для сітчастих шахт) чи суцільними (для суцільних шахт). Двері можна виготовляти з металевих листів, дерева, сітки, скла. Сітчасті та скляні двері повинні бути обшиті металевими листами товщиною не менш ніж 1,4 мм на висоті більш 1000 мм.

Двійчасті двері прості за конструкцією. Основним їх недоліком є те, що для відчинення потрібні значні площі.

Схему розсувних решітчастих (штангових) дверей показано на рис. 8.2.

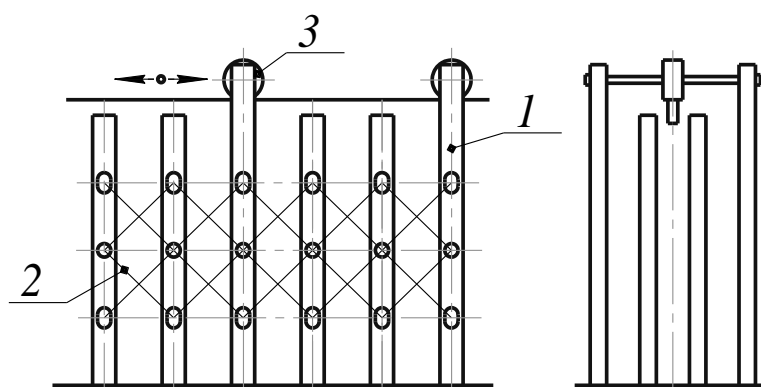


Рис. 8.2. Штангові двері: 1 – штанга; 2 – решітка; 3 – ролик

Стулка дверей складається з окремих штанг, які з'єднані решіткою, що складаються. Розсувні решітчасті двері у розчиненому положенні займають невелике місце і в цьому зручніші двійчастих. Через наявність щілин між штангами і решіткою вони не повністю безпечні. Тому їх застосовують тільки для кабін вантажних ліфтів, у яких підйом людей заборонено. Для деяких ліфтів штангові двері виконуються у вигляді штор (розсувні чи шторні двері).

Горизонтально розсувні стулкові двері показані на рис. 8.3, 8.4.

Кожна стулка 4 (рис. 8.3) підвішена на двох спеціальних підвісках 3, які рухаються вдовж напрямних 2, що прикріплені до верхньої частини обв'язки прорізу дверей. До нижньої частини стулок 4 прикріплюються напрямні повзуни чи колодки, які рухаються у спеціальних прорізах, що вбудовані на порозі прорізу дверей.

Для підвішування стулок застосовуються зазвичай підвіски роликового типу. Ролики з двох боків охоплюють напрямну і разом з прорізами на порозі дверей забезпечують стійке положення стулки у всіх напрямках. Заклинення стулки під час руху запобігається регулюванням щілин між напрямною і нижніми роликами підвісок.

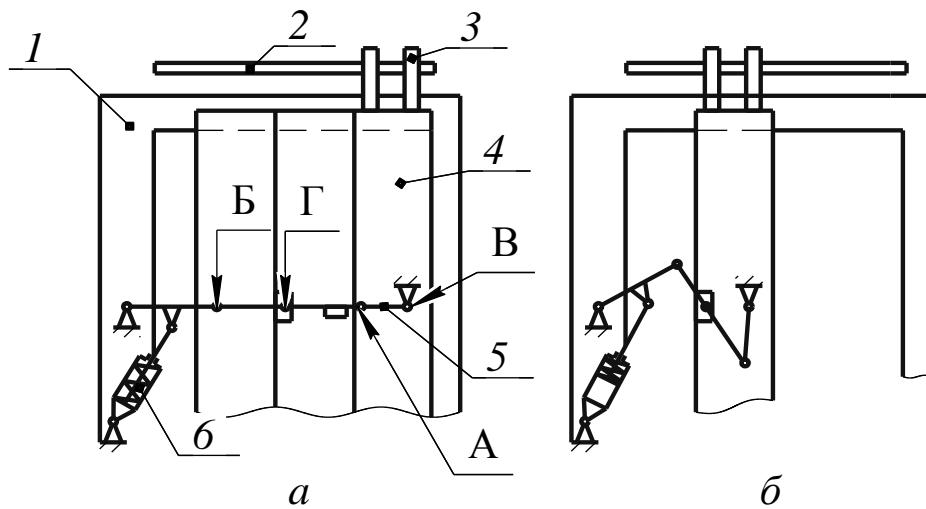


Рис. 8.3. Двостулкові двері з важільно-пружинним приводом:
а – зачинені; *б* – відчинені; 1 – обв'язка; 2 – напрямна; 3 – підвіска;
 4 – стулка; 5 – важільна система; 6 – пружинний привід

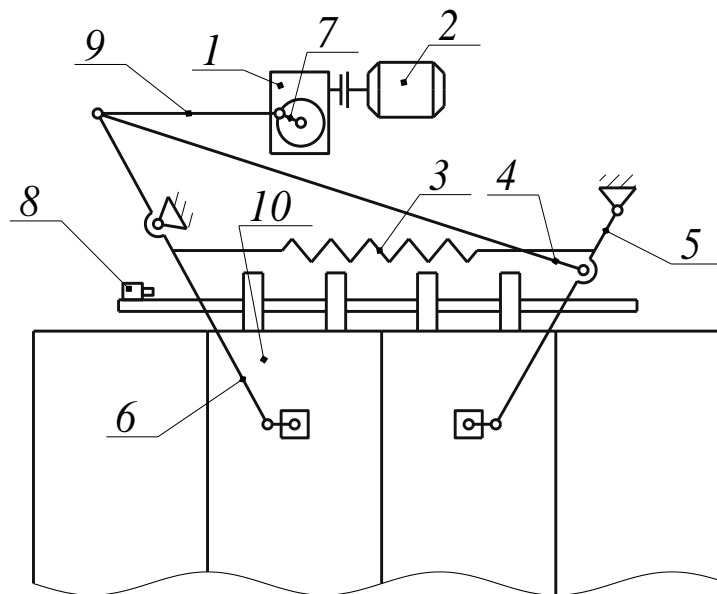


Рис. 8.4. Автоматичні двері: 1 – редуктор черв'ячний;
 2 – електродвигун; 3 – пружина; 4 – тяга; 5 – права штанга;
 6 – ліва штанга; 7 – корба; 8 – кінцевий вимикач; 9 – гонок; 10 – стулка

Залежно від потрібної ширини прорізу дверей і допустимої ширини шахти розсувні двері можуть бути одно-, дво-, три- і чотирістулкові. Двостулкові двері центрального відчинення займають у розчиненому положенні стільки ж місця, що і одностулкові двері, але завдяки симетричному розташуванню стулок вони дозволяють скоротити ширину шахти. Дво- і тристулкові двері зі стулками, які зсуваються в один бік, займають у розчиненому положенні менше місця з

більшим числом стулок. Тому двері такої конструкції при достатньо великій ширині не потребують значного збільшення ширини шахти. Але вони мають суттєві недоліки: їх стулки рухаються з більшою швидкістю, чим стулки дверей центрального відчинення, створюють великий шум і значну силу удару під час зачинення. Крім того, у зачиненому стані вони мають виступи, що створюють менш естетичний зовнішній вигляд.

Розсувні двері з суцільними стулками оснащуються, як правило, напівавтоматичними чи автоматичними приводами.

Механізовані розсувні двері зручні для використання, знижують витрати часу на відчинення і зачинення. Для багатоповерхових будівель, які обслуговуються ліфтами, це дозволяє значно скоротити час колового рейсу і збільшити продуктивність. Тому їх слід установлювати у всіх випадках, а двійчасті двері застосовувати у тих випадках, коли габарити шахти не дозволяють установити розсувні двері.

У пасажирських ліфтах з малою шириною прорізів (600–750 мм) слід застосовувати одностулкові розсувні двері, а для середньої ширини прорізів – двостулкові розсувні двері центрального відчинення. Використання механізованих розсувних дверей доцільно не тільки у швидкохідних, але і у тихохідних ліфтах, що дозволяє в останньому випадку відмовитись від недостатньо надійних рухомих підлог у кабінах.

Вантажні ліфти мають зазвичай широкі прорізи дверей, причому час, що витрачається на операції відчинення і зачинення, у них становить незначну величину від часу колового рейсу. Тому для них доцільніше застосування більш дешевих двійчастих дверей, що відчиняються і зачиняються вручну. Стосовно габаритів шахт для таких ліфтів найбільш вигідне установлення вертикально розсувних дверей. Але такі двері придатні тільки для малих вантажних ліфтів зі стулками, що відчиняються донизу. Застосування дверей гільйотинного типу не дозволяється.

8.2. Приводи дверей

Привід напівавтоматичних дверей (див. рис. 8.3), які відчиняються вручну і зачиняються автоматично, складається з пружинного пристрою 6, що пов'язаний системою важелів 5 зі стулками 4. У зачиненому положенні (рис. 8.3, а) важелі системи 5, з'єднані між

собою у точках А і Б і пов'язані зі стулками 4 у точках В і Г, витягнуті в одну горизонтальну лінію. Крайній лівий важіль системи з'єднаний шарнірно з кронштейном, який прикріплено до обв'язки дверей і до штока циліндра 6. Для відчинення дверей натискають униз рукоятку, пов'язану з середнім важелем системи 5, до тих пір, поки важелі не стануть у «мертве» положення (рис. 8.3, б). При цьому спрацьовує блокування дверей. Під час відчинення дверей здійснюється зарядка пружини, яка знаходиться в циліндрі, накопичена енергія якої потім застосовується для зачинення дверей, для чого необхідно рукоятку важеля потягнути угору і тим самим вивести важелі з «мертвого» положення. Для пом'якшення ударів при зачиненні дверей служить повітряний демпфер, вбудований у циліндр. Розглянута конструкція приводу може бути використана також для одностулкових і двостулкових дверей центрального відчинення. В останньому випадку важільна система прикріплюється до однієї зі ступок. Інша ступка, яка рухається у протилежному напрямку, з'єднується з першою жорсткою чи гнучкою передачею (канатом чи ланцюгом).

Приводи автоматичних дверей (рис. 8.4), які відчиняються і зачиняються автоматично, виготовляють електричними чи пневматичними. Завдяки відносній простоті конструкції найбільшого розповсюдження набув привід від спеціального тихохідного електродвигуна, рух від нього до ступок передається через допоміжний гвинтовий пристрій і систему важелів, які з'єднані зі стулками. На рис. 8.4 показана кінематична схема приводу чотириступкових двошвидкісних дверей, які складаються з важелів 5, 6, тяги 4, ступок 10. Стулки зазвичай підвішують на спеціальний кронштейн з роликами, що переміщується на напрямній спеціального профілю.

Існують дві системи автоматизованих дверних приводів: одна система полягає в тому, що двері кабіни і кожні двері шахти обладнуються самостійним електричним приводом; за іншою системою відчинення і зачинення дверей кабіни і дверей шахти, проти яких у даний момент знаходиться кабіна, здійснюється від одного електроприводу, який встановлено на кабіні. В останньому випадку привід має більш складну конструкцію, але внаслідок скорочення числа приводів шахтних дверей у загальній вартості ліфта досягається значна економія.

На рис. 8.5 показана схема конструкції двостулкових дверей кабіни з автоматичним приводом, а на рис. 8.6 – схема дверей шахти, які взаємодіють з дверима кабіни.

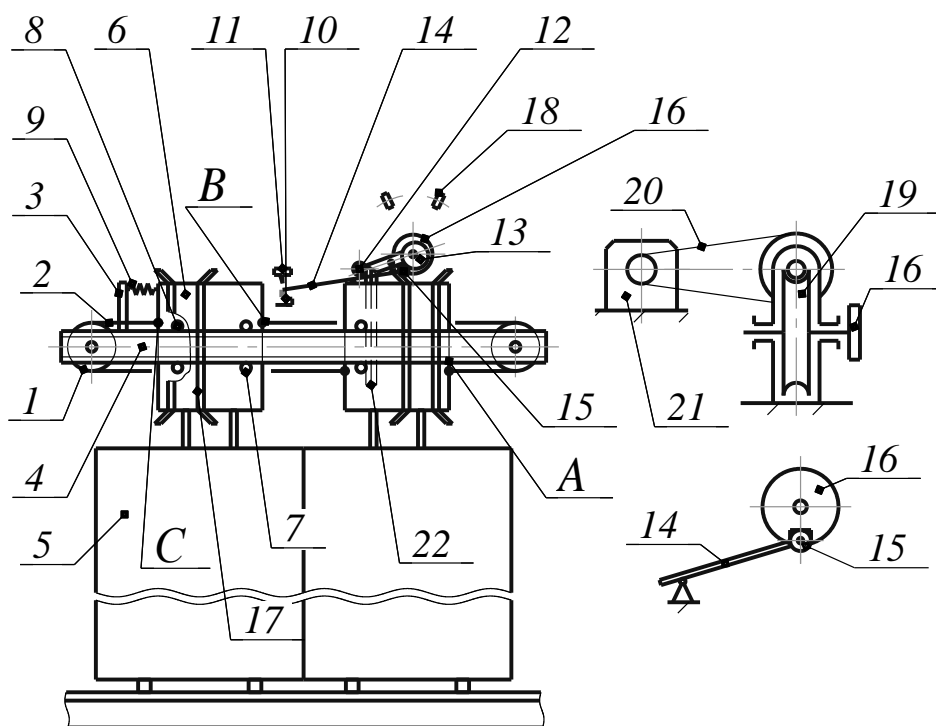


Рис. 8.5. Автоматичні двері кабіни: 1 – блок; 2 – канат; 3 – упор; 4 – балка; 5 – стулка; 6 – каретка; 7 – контролик; 8 – робочий ролик; 9 – пружина; 10 – замок; 11 – контактний пристрій; 12 – ролик; 13 – ексцентрик; 14 – важіль; 15 – ролик; 16 – шайба; 17 – важіль; 18 – контактний пристрій; 19 – редуктор черв'ячний; 20 – клинопасова передача; 21 – електродвигун

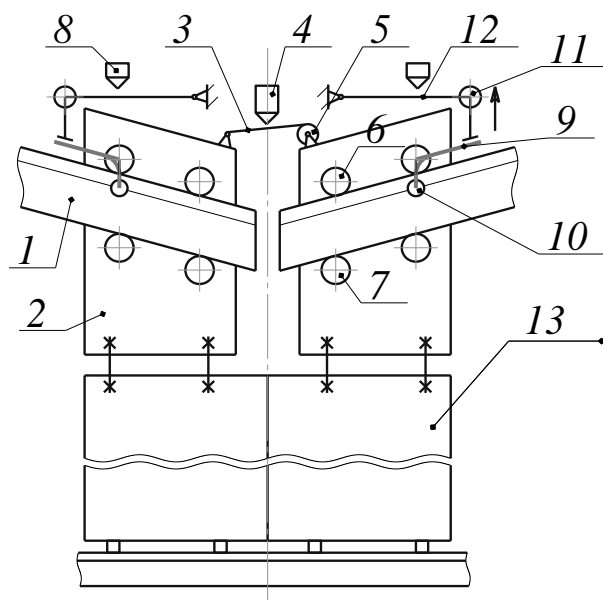


Рис. 8.6. Привід дверей шахти: 1 – балка; 2 – каретка; 3 – лінійка; 4, 8 – контактні пристрої; 5, 11 – відхильні ролики; 6 – робочі ролики; 7 – контролики; 9 – важіль; 10 – привідний ролик; 12 – важіль замка; 13 – стулка дверей

Під час повертання ексцентрика 13 проти годинникової стрілки ролик 12 правої каретки 6 переміщує важелі 17, які своїми боковими поверхнями охоплюють ролики шахтних дверей і тягнуть за собою її стулки. Оскільки нижня гілка каната 2 прикріплена до правої каретки у точці *A*, то ця гілка переміщується вправо. Верхня гілка каната прикріплюється у точках *B* і *C* до лівої каретки і рухається вліво разом з лівою кареткою і стулкою дверей.

На ліву стулку дверей діє пружина, яка прикріплена до нерухомого стояка. Разом з ексцентриком 13 повертається у тому ж напрямку шайба 16 з вирізом, діючи на важіль 14, який відчиняє двері і надає дії контактному пристрою.

Під час підходу кабіни до поверхового майданчика важелі кабіни 17 (див. рис. 8.5) набігають на привідні ролики дверей шахти 10 (див. рис. 8.6), повертають важелі 9, діючи на важелі 12 замків. Ці важелі прикріплені на нерухомій частині шахти і піднімаються догори, відчиняючи двері.

Після відчинення замків каретки 2 за допомогою важелів 17 переміщуються у протилежні боки, відчиняючи дверний проріз шахти. При цьому верхні частини кареток наїжджають на ролики 11 важелів 12 і діють на шахтні пристрої 8, які контролюють зачинення дверей. Одночасно ролик 5 виходить з-під лінійки 3, яка опускається і розриває коло керування за допомогою контактного пристрою 4, що унеможливорює вмикання ліфта, якщо відчинені двері.

8.3. Замки дверей

Двері шахти ліфтів повинні бути обладнані автоматичними замками, які зачиняють двері перш ніж кабіна відійде від рівня посадкового (завантажувального) майданчика на відстань 150 мм. Конструкція і установа замка повинна бути такою, щоб його не можна було відімкнути з зовнішнього боку шахти. У тих випадках, коли за умов експлуатації необхідно відчиняти двері ззовні, допускається установа спеціальних пристроїв для відчинення автоматичних замків обслуговуючим персоналом. Ці пристрої повинні дозволяти відмикання замка тільки за допомогою спеціального інструмента чи ключа, тобто їх конструкція не повинна дозволяти особам, які не мають відношення до обслуговування ліфта, відімкнути замок підручними засобами.

Двері шахти, які відчиняються чи зачиняються вручну, крім автоматичних замків, мають бути обладнані неавтоматичними замками або пристроями, які утримують двері в зачиненому положенні.

На рис. 8.7, *а* наведена схема замка, який застосовується на двійчастих дверях вантажних ліфтів.

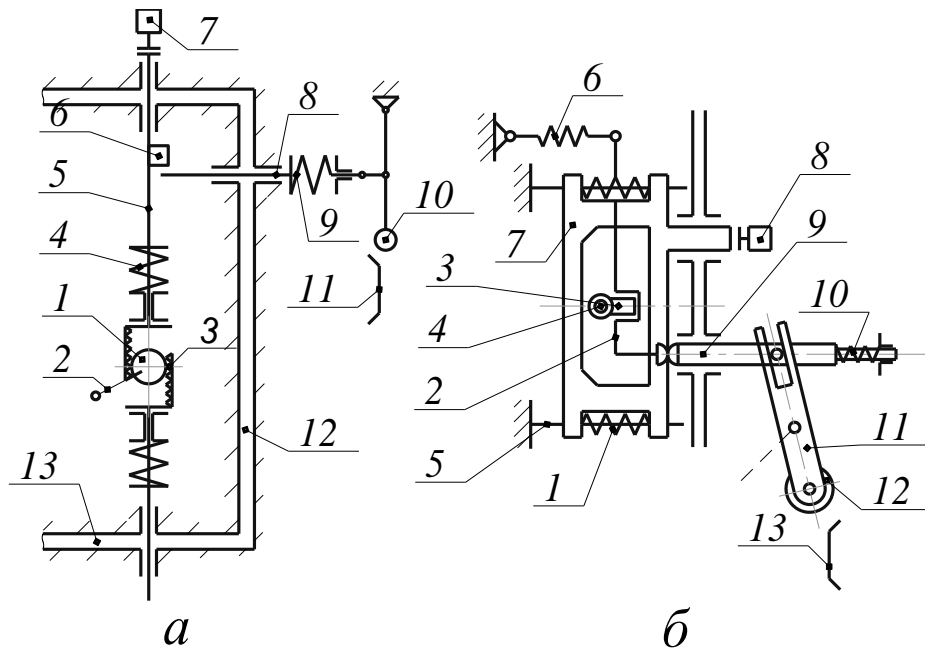


Рис. 8.7. Схеми дверних замків: *а* – схема шпінгалетного замка, який застосовується на двійчастих дверях вантажних ліфтів: 1 – шестірня; 2 – рукоятка; 3 – рейка; 4 – пружина; 5 – штанга; 6 – виступ; 7 – контактний пристрій; 8 – ригель; 9 – пружина; 10 – ролик; 11 – відвід; 12 – шахта; 13 – кабіна;
б – схема замка, який застосовується для одностулкових двійчастих дверей: 1 – пружина; 2 – важіль; 3 – лінійка; 4 – втулка; 5 – напрямні; 6 – пружина; 7 – клапан; 8 – контактний пристрій; 9 – ригель; 10 – пружина; 11 – важіль; 12 – ролик; 13 – відвід

Під час підходу кабіни до поверхового майданчика відвід 11, прикріплений до кабіни, відводить убік ролик 10 та ригель 8 і стискає пружину 9. Ригель відходить від виступу 6 штанги 5. Після того як ригель 8 вийде із зони дверей 13, поворотом рукоятки 2 та шестірні 1 зубчасті рейки 3 переміщуються угору та вниз і виводять кінці шпінгалетів з обв'язки дверей 12. При цьому розмикається коло керування за допомогою контактної пристрою 7. Двері підготовлені до відчинення.

На рис. 8.7, *б* показана схема замка, що застосовується для одностулкових двійчастих дверей. Під час підходу кабіни до рівня

поверхового майданчика відвід 13 переміщує ролик 12 і важіль 11 у ліве положення і стискує пружину 10. У результаті припиняється дія ригеля 9 на важіль 2 і ригель виходить з гнізда дверей.

Контрольні запитання

1. Які типи дверей застосовуються в ліфтах?
2. Зобразіть схеми напівавтоматичних та автоматичних дверей.
3. Надайте схеми автоматичних дверей кабіни і шахти.
4. Які замки використовуються у дверях ліфтів?

9. НАПРЯМНІ КАБІН І ПРОТИВАГ

Напрявні призначені для забезпечення напрямку руху кабіни і противаги і служать як опори для них у випадку посадки на уловлювачі. Зазвичай кабіни і противаги мають одну пару напрямних, але для великих розмірів кабіни число напрямних може бути збільшене.

Для виготовлення напрямних зазвичай застосовується метал, але (хоча не часто) зустрічаються напрямні, виготовлені з дерева.

Дерев'яні напрямні (рис. 9.1) використовуються переважно у пасажирських ліфтах, які мають швидкість менше 1 м/с і невелику висоту підйому. Вони виготовляються з дерев твердих і в'язких порід (бука, модрина, дуба, ясеня), проварених в оліфі для запобігання гниттю.

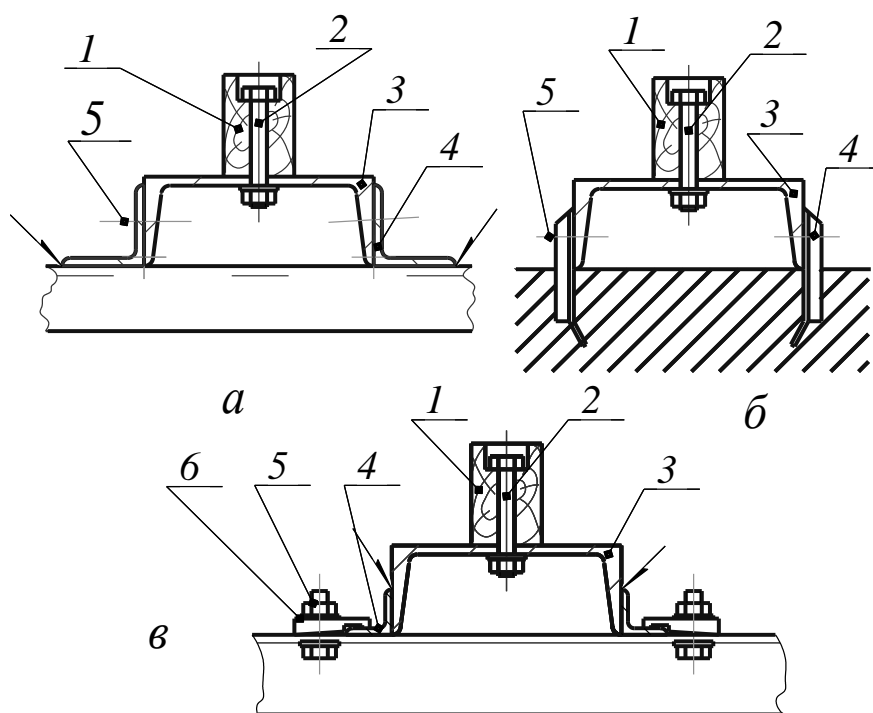


Рис. 9.1. Схеми кріплення дерев'яних напрямних: 1 – напрямна; 2 – кріплення напрямної; 3 – швелер; 4 – елементи кріплення до каркаса чи стіни шахти; 5 – кріпильні вироби; 6 – планка кріплення

Дерев'яні напрямні мають прямокутний переріз зі сторонами прямокутника 50–70 мм. Бруски напрямних довжиною 1,5–2,5 м з'єднують між собою в торець шипами і прорізами і прикріплюються за допомогою кріпильних виробів до каркаса з прокатного профілю.

Дерев'яні напрямні прикріплюються до елементів шахт жорстко (рис. 9.1, *а, б*) чи за допомогою притискувачів (рис. 9.1, *в*). В останньому випадку забезпечується більша можливість регулювання під час монтажу.

Дерев'яні напрямні забезпечують відносно спокійний і безшумний рух кабін, але для ліфтів з великими швидкостями руху вони непридатні через неможливість застосування уловлювачів ковзної дії. Крім того, вартість їх порівняно висока, і в той же час вони схильні до жолоблення і пожежонебезпечні. Тому нині дерев'яні напрямні поступаються місцем металевим (сталевим).

Металеві напрямні виготовляються з прокатних профілів. Для малих швидкостей руху кабін зазвичай застосовуються напрямні з необробленими робочими поверхнями (рис. 9.2).

Для кабін невеликих розмірів і малої вантажопідйомності, а також для противаг застосовуються кутовий профіль (рис. 9.2, *а, б*), а для тяжких кабін великої вантажопідйомності – комбіновані профілі (рис. 9.2, *в*).

Напрямні кутового профілю в останньому випадку прикріплюються до каркаса зі швелерів чи інших профілів болтами, заклепками чи за допомогою електрозварювання (перервним швом). Відрізки швелерного профілю довжиною 4–6 м закріплюються між собою з боку підшви стиковими накладками на болтах. Місця стиків вибираються якомога ближче до місць кріплення напрямних до шахти.

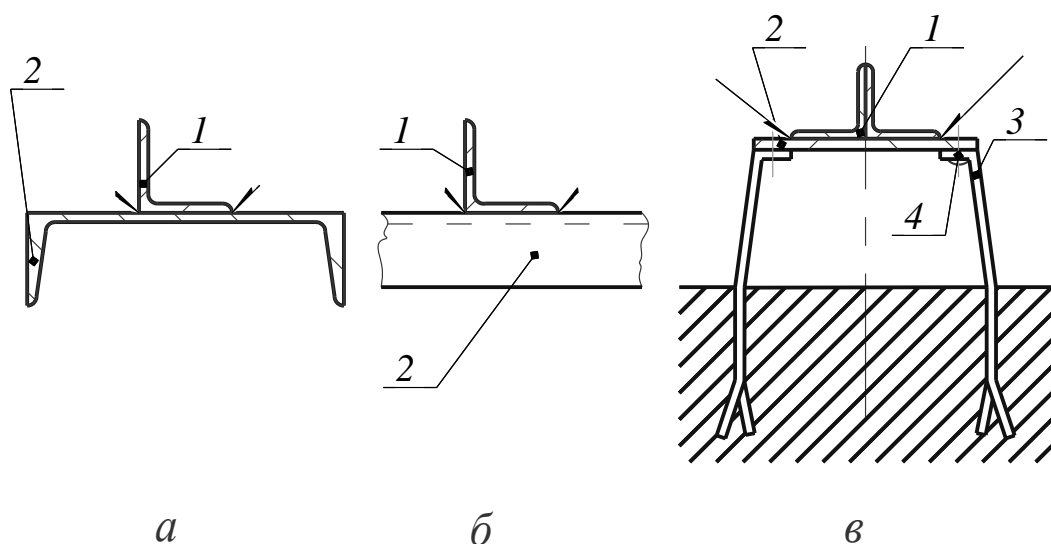


Рис. 9.2. Металеві необроблені напрямні:
 1 – напрямні; 2 – каркас; 3 – кронштейн; 4 – кріплення

У тих випадках, коли противага не має уловлювачів, її напрямні іноді виготовляються з таврового профілю, незручного для спрацювання уловлювачів. Гарячекатані напрямні з необробленими поверхнями не забезпечують плавного руху кабіни і противаги при роботі з високими швидкостями. Тому для швидкостей руху більше 1 м/с гарячекатані напрямні застосовуються з обробленими поверхнями головок (рис. 9.3, 9.4).

Напрямні спеціального профілю теж з'єднуються притискачем з накладками. Вони закріплюються між собою таким чином, щоб на кожному з відрізків було не менше чотирьох болтів. У будовах, які мають металевий каркас, напрямні кабін та противаг прикріплюються до закладних елементів шахти, які наперед установлюються і приварюються до каркаса.

Для шахт великої висоти характерна дія різних середовищних і навантажувальних факторів на напрямні (наприклад, усадка будівлі, зміна температури, зміна вологості стін шахти тощо). Тому для напрямних таких шахт застосовуються спеціальні кріплення, які дають можливість обмеженого зсуву напрямних упродовж для запобігання їх вигину.

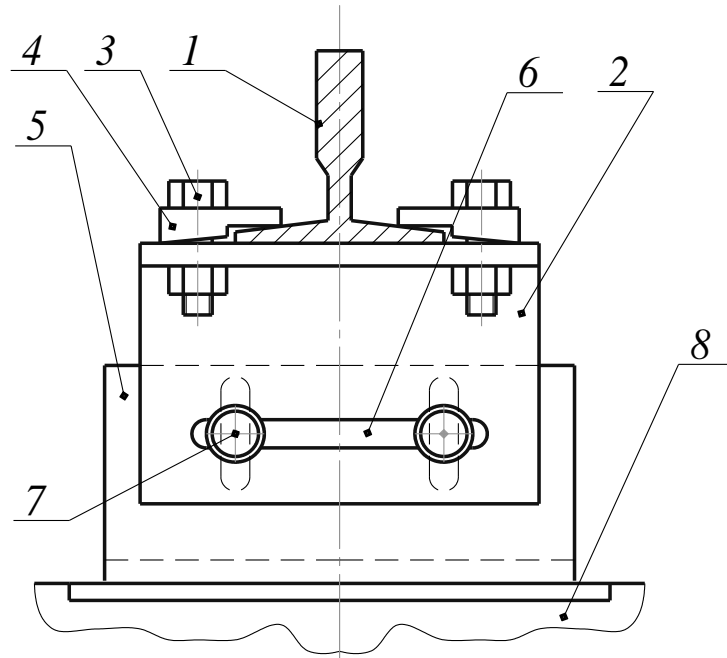


Рис. 9.3. Кріплення напрямної з обробленими поверхнями:
 1 – напрямна; 2 – кронштейн; 3 – кріплення планки; 4 – планка; 5 – каркас;
 6 – проріз; 7 – кріплення кронштейна; 8 – стіна шахти

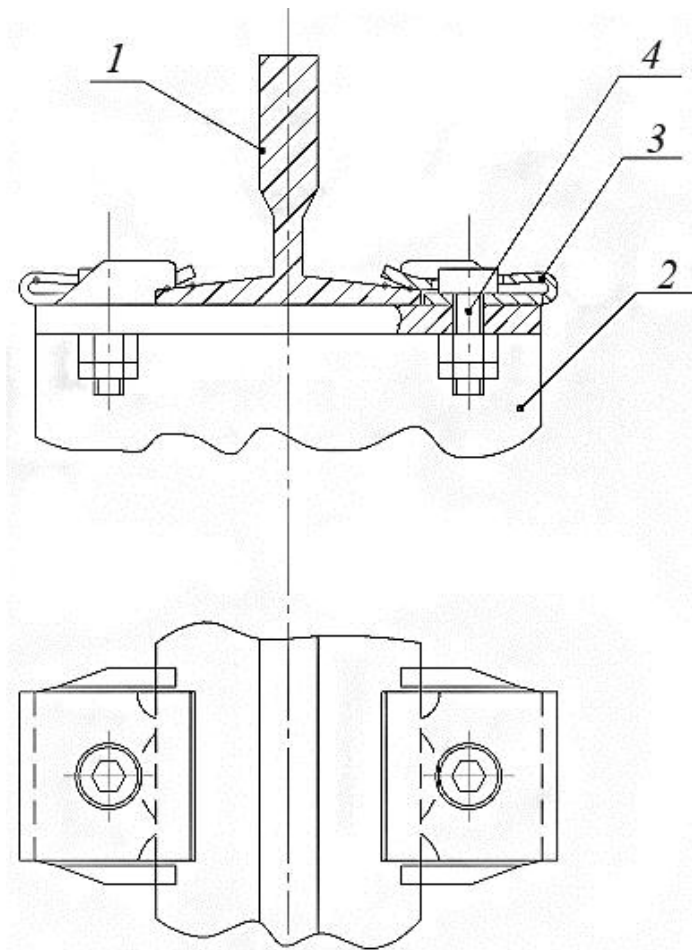


Рис. 9.4. Кріплення напрямної з еластичною накладкою:
1 – напрямна; 2 – кронштейн; 3 – еластична накладка; 4 – кріплення

Таке кріплення напрямних показано на рис. 9.4. Еластична накладка 3 дає можливість обмеженого руху напрямних упродовж осі стовбура шахти. Якщо висота шахти досягає таких розмірів, що навантаження у зоні кріплення перевищує допустиме, то рекомендується, крім опорних кріплень, установлювати додаткові кріплення посередині шахти.

Кінцеві ділянки напрямних установлюються на фундаментах приямків чи підвішуються до балок верхнього перекриття шахти (рис. 9.5, а, б).

Упродовж шахти напрямні прикріплюються до кронштейнів чи балок, які вмуровані в стінки шахти, чи прикріплені до горизонтальних поясів металевих шахт чи до маршів сходів. Крок кріплення *a* призначається зазвичай у межах 1,5–2 м; у деяких випадках допускається збільшення кроку до 3,5–4 м. Кріплення виконується болтами чи за допомогою притискувальних планок. Останній спосіб забезпечує більш точний і зручний монтаж напрямних.

Нижні і верхні кінцеві ділянки напрямних у високих шахтах не доводяться до опорних елементів шахти (фундамента чи стелі) на 100–200 мм. Таким чином, допускається можливість невеликого переміщення напрямних у вертикальному напрямку. При цьому кріплення напрямних здійснюється за допомогою еластичних планок (див. рис. 9.4).

Для спокійного, плавного і безшумного руху кабіни ліфта необхідно, щоб напрямні були прямолінійні і знаходились у вертикальній площині.

У ліфтах зі швидкостями руху кабін до 0,75 м/с неточність установлення напрямних у межах (рис. 9.5, *а, б*): 3 мм на кожні 4 м висоти не відчувається пасажирями, які знаходяться в кабіні. Та ж величина неточності при встановленні напрямних для швидкостей руху кабін більше 1 м/с недопустима, тому що призводить до значного гойдання кабін під час руху, яке викликає неприємні відчуття у пасажирів, підвищує спрацювання напрямних, башмаків і розлад механізмів.

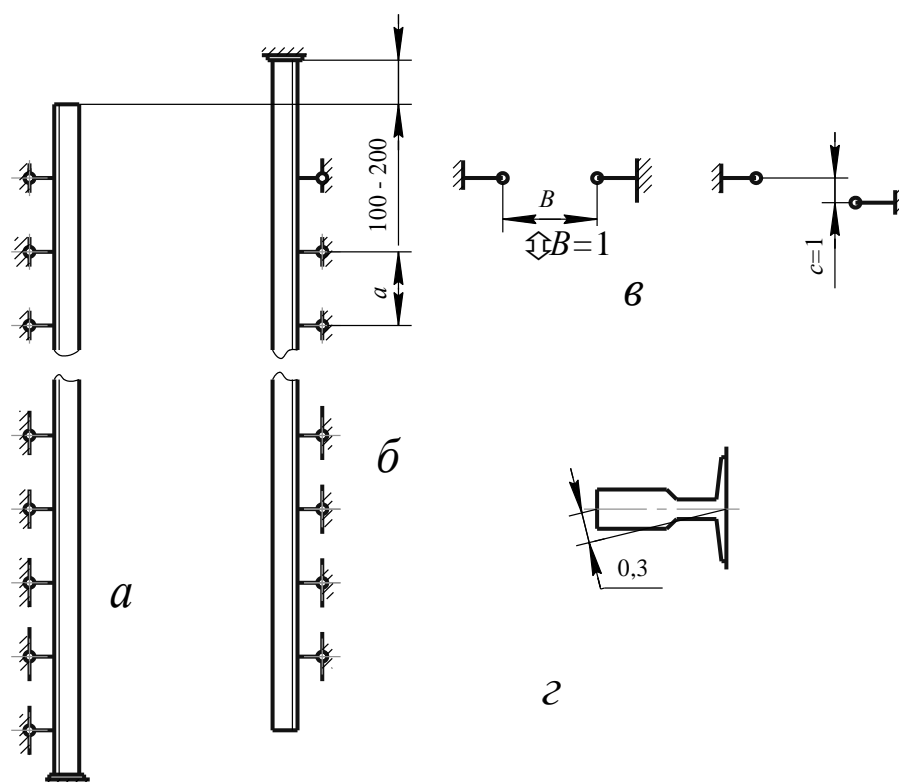


Рис. 9.5. Схеми установлення напрямних:
а – на нижній опорі; *б* – на верхній опорі (підвісні);
в, г – відхилення напрямних

Для швидкостей кабін більше 1 м/с допуски на встановлення повинні знаходитися у таких межах (рис. 9.5, в, г):

– відхилення у відстані між головками (штихмас) + 1 мм;
відхилення у боковій площині ± 1 мм;

– поворот головки – не більше 0,3 мм на ширину бокової площини.

Контрольні запитання

1. З якого матеріалу виготовляються напрямні?
2. Які напрямні застосовуються для тихохідних ліфтів?
3. Зобразіть схеми напрямних з необробленими поверхнями.
4. Які напрямні застосовуються для швидкохідних ліфтів?
5. Накресліть схему напрямних для ліфтів з високими шахтами.

10. УПОРИ І БУФЕРИ ЛІФТІВ

10.1. Будова, установлення, застосування

Для обмеження ходу кабіни і противаги та для їх поступової зупинки у випадку несправної роботи кінцевих вимикачів у приямку шахти ліфта встановлюється спеціальний пристрій у вигляді упора чи буфера. Ці пристрої під кабіною запобігають її удару об підлогу приямка, а під противагою – удару кабіни об верхнє перекриття шахти. За конструкцією ці пристрої поділяються: на жорсткі упори, пружинні і гідравлічні буфери. Жорсткі упори застосовуються при швидкості руху кабіни не більше 0,5 м/с, жорсткі упори з гумовими прокладками – при швидкості не більше 0,75 м/с, пружинні буфери – при швидкості від 0,75 до 1 м/с (рис. 10.1), гідравлічні – при швидкості більше 1 м/с.

Для лікарняних ліфтів установлення твердих упорів не допускається. Конструкція пружинного буфера показана на рис. 10.2. Хід буфера при повному стиску навантаженням становить близько 120 мм.

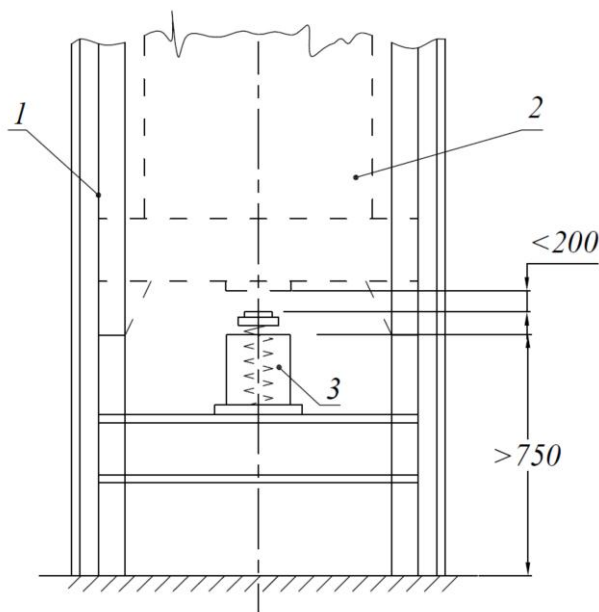


Рис. 10.1. Установлення пружинного буфера:
1 – напрямна; 2 – кабіна;
3 – буфер

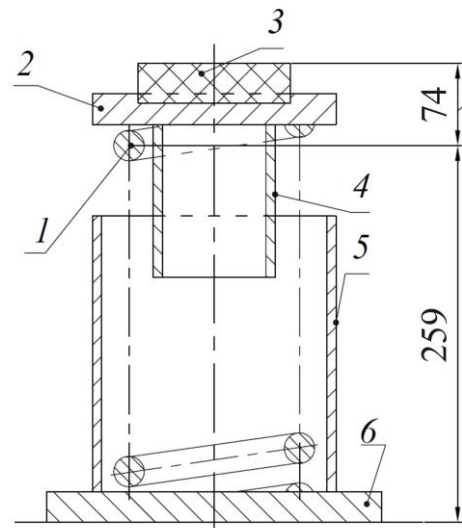


Рис. 10.2. Пружинний буфер:
1 – пружина; 2 – тарілка;
3 – гумова подушка; 4 – склянка;
5 – корпус; 6 – плита

Розташування упорів і буферів повинне бути таким, щоб відстань між верхньою частиною упора (головкою буфера) до опорної плити кабіни чи протизаги, що знаходяться в крайньому положенні, не перевищувала 200 мм (див. рис. 10.1).

Існують масляні буфери без конічного штока. Необхідне гальмівне зусилля в них створюється шляхом перетікання масла з внутрішнього циліндра в порожнину між ним і зовнішнім циліндром. Для цієї мети стінки внутрішнього циліндра забезпечуються визначеним числом отворів. У деяких випадках масляні буфери встановлюють по одному під кабіною і протизагою. Іноді масляні буфери розміщаються безпосередньо на протизазі.

10.2. Розрахунок пружинних буферів

Розрахункова схема для визначення навантаження наведена на рис. 10.3.

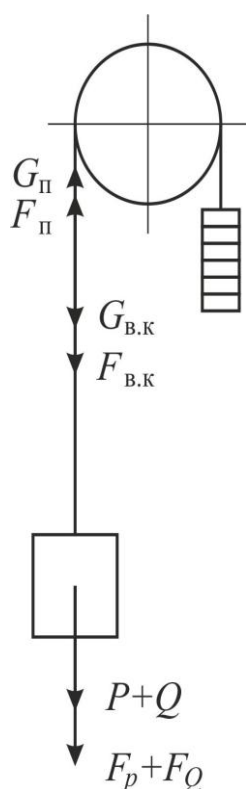


Рис. 10.3. Розрахункова схема для визначення навантаження на буфер кабіни

Найбільше зусилля, яке приймає один буфер, визначається за формулою

$$P_m = P + Q + F_p + F_Q + G_{B.K} + F_{B.K} - (G_P + F_P), \quad (10.1)$$

де P – вага кабіни, Н; Q – вага вантажу, Н; F_p – сила інерції кабіни, Н; F_Q – сила інерції вантажу, Н; $G_{B.K}$ – вага вантажного каната, Н; $F_{B.K}$ – сила інерції вантажного каната, Н; G_P , F_P – вага і сила інерції протизаги.

$$P_m = m_p g + m_Q g + m_p a + m_Q a + m_{B.K} g + m_{B.K} a - m_P g - m_P a, \quad (10.2)$$

де m_p , m_Q , $m_{B.K}$, m_P – маса кабіни, вантажу, вантажного каната, протизаги, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; a – прискорення кабіни, м/с².

Якщо прийняти

$$a_{\max} = 2,5g,$$

то

$$Pm_0 = g(3,5m_p + 3,5m_Q + 3,5m_{\text{БК}} - 3,5m_{\text{П}}) = gm_0.$$

Кінетичну енергію мас, які діють на пружини, прирівнюємо до потенціальної енергії стиснутої пружини

$$\frac{m_0 V^2}{2} = c \frac{f_0^2}{2}, \quad (10.3)$$

де V – швидкість кабіни, м/с; c – жорсткість пружини, Н/м;

$$c = \frac{Pm_0 V^2}{f_0^2}; \quad (10.4)$$

$$\begin{aligned} m_0 V^2 &= Pm_0 f_0; \\ f_0 &= \frac{m_0 V^2}{Pm_0}, \end{aligned} \quad (10.5)$$

де f_0 – прогин пружини, м.

Максимальне дотичне напруження в елементах пружини

$$\tau_{\max} = \frac{K16Pm_0R}{\pi d^3} \leq [\tau],$$

де K – коефіцієнт, що враховує вплив перерізу вальної сили і деякі інші фактори (згинання стрижня, поздовжні деформації тощо)

$$K = \frac{4m-1}{4m-4} + \frac{0,615}{m},$$

де $m = \frac{R}{e}$; R – радіус пружини; $e = \frac{d}{2}$; d – діаметр дроту пружини;

$[\tau]$ – допустимі дотичні напруження.

10.3. Розрахунок гідравлічних буферів

Навантаження на плунжер буфера

$$P_6 = G \left(1 + \frac{a}{g} \right), \quad (10.6)$$

де $a \leq g$.

Хід плунжера, м,

$$S = \frac{V^2}{2g}. \quad (10.7)$$

Повний хід плунжера кабіни і протизаги повинний визначатися, виходячи із середнього уповільнення, рівного g , при посадці кабіни (протизаги) зі швидкістю, що перевищує номінальну:

- а) на 40 % – для ліфтів з $V_n = 1,4$ м/с;
- б) на 33 % – для ліфтів з $V_n = 1,4...4$ м/с;
- в) на 25 % – для ліфтів з $V_n / 4$ м/с.

Робочий тиск рідини в буфері, МПа,

$$P = \frac{P_6}{F}, \quad (10.8)$$

де F – площа днища плунжера за винятком площі отвору.

Робочий тиск повинний зберігатися незмінним протягом усього ходу плунжера. Швидкість же руху плунжера повинна зменшуватися від номінального до нульового значень. Тому кількість рідини, що витісняється плунжером на одиницю довжини його ходу, також повинна зменшуватися. У той же час швидкість витікання рідини V_u залишається постійною протягом усього ходу плунжера

$$V = \frac{V_{пл} \cdot F}{\lambda \cdot z} = \text{const}, \quad (10.9)$$

де $V_{пл}$ – швидкість опускання плунжера протягом деякого проміжного періоду роботи, м²; z – число отворів для витікання робочої рідини; λ – площа отвору, м².

Загальне число отворів у стінках внутрішнього циліндра двоциліндрового буфера:

$$z = \sqrt{c(F / \lambda)^2 (V_{\text{пл}}^2 / P) 10^{-6}} = (V_{\text{пл}} \cdot F / \lambda) \sqrt{(c / P) 10^{-6}}, \quad (10.10)$$

де $c = 0,0065\text{--}0,01$ – коефіцієнт витікання для гасу, $c = 0,007$ – для масла. Для рівноуповільненого руху розташування отворів повинне відповідати виразу

$$\left(\frac{z_1}{z} \right)^2 = \frac{l}{L}, \quad (10.11)$$

де z_1, z – число перекритих і не перекритих плунжером отворів; l, L – довжина, що залишилася, і повна довжина ходу плунжера.

Контрольні запитання

1. Опишіть пристрій і установку буферів кабін з урахуванням вимог.
2. Викладіть методику розрахунку пружинних буферів.
3. Схарактеризуйте методику розрахунку гідравлічних буферів.

11. ТИПОВІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Напруга силових електричних кіл у машинних приміщеннях повинна бути не вище 660 В; у кабіні, шахті й на поверхових майданчиках – не вище 380 В змінного і 220 В постійного струму, а для кіл керування, освітлення і сигналізації у всіх приміщеннях – не більше 220 В (допускається використання фази й нуля мережі 380/220 В). При використанні фази і нульового провідника живлення кола керування, освітлення і сигналізація повинні живитися від однієї фази, а один кінець катушок апаратів має бути приєднаний до нульового провідника.

Напруга кіл живлення аварійного освітлення кабіни і переносних ламп ремонтного освітлення повинна бути не вище 36 В. Зниження напруги за допомогою автотрансформаторів або потенціометрів не допускається.

Система керування ліфта вибирається залежно від типу ліфтової установки, її конструкції, призначення й пропонованих до неї технологічних вимог. Розрізняють системи із зовнішнім і внутрішнім керуванням. Системи із внутрішнім керуванням можуть бути одиночного, парного й групового керування.

Типові конструкції ліфтів масового застосування обладнують, як правило, кнопковими системами керування і як апаратуру керування застосовують кнопкові панелі, кнопкові пости й кнопкові викликальні апарати. В окремих випадках можуть застосовуватися також системи з важільним керуванням для тимчасових і нерегулярно працюючих ліфтів : ці системи менш автоматизовані, чим кнопкові, але простіші в монтажі й експлуатації.

Розрізняють також системи із сигнальним викликом і системи зі збірним керуванням.

Системи із зовнішнім кнопковим керуванням застосовуються на ліфтах : малих вантажних, малих вантажних магазинних, працюючих без провідника вантажних і вантажних вичавлювальних, вантажних тротуарних. У таких системах керування ліфтом здійснюється із кнопкової панелі або кнопкового поста, який встановлено на одному із завантажувальних майданчиків. У випадку устаткування ліфтової установки системою викликів на майданчику встановлюються світлове табло й звукова сигналізація про наявність викликів з інших

поверхових майданчиків, що обслуговуються ліфтом. Для подачі сигналу виклику на поверхових майданчиках установлюються викликальні кнопкові апарати, при натисканні на кнопки яких на світловому табло реєструється виклик, що надійшов, і передається звуковий сигнал, що залучає увагу особи, яка керує ліфтом. У таких системах керування іноді, крім викликального апарата, установлюється світлова або звукова сигналізація, яка фіксує прибуття ліфта на поверх.

Для ліфтів, що обслуговують два поверхові майданчики, застосовується система зовнішнього керування з двох місць. Кнопкові пости встановлюються на обох поверхах, при цьому з верхнього пуск ліфта може здійснюватися тільки вниз, а з нижнього – тільки наверх. Виклик ліфта здійснюється також дією на кнопку виклику й подачею відповідного сигналу на інший поверх, де знаходиться ліфт.

Системи з внутрішнім кнопковим керуванням застосовуються на ліфтах пасажирських усіх категорій, а також на ліфтах вантажних і вантажних вичавлювальних, призначених для роботи з провідником. Керування ліфтом у цьому випадку здійснюється з кнопкової панелі, яка встановлена в кабіні, а також за допомогою апаратів виклику, які розташовані на поверхових майданчиках, що обслуговуються ліфтом.

Для ліфтів вантажних і вантажних вичавлювальних (що працюють з провідником) застосовується система з внутрішнім кнопковим керуванням і з сигнальним викликом. На панелі керування в кабіні, крім кнопок для керування ліфтом, установлюється світлове табло або інший індикатор, що фіксує виклики, які надходять з поверхів, що обслуговуються ліфтом. На поверхах установлюються кнопкові апарати виклику.

Для ліфтів пасажирських використовуються такі основні типи систем з кнопковим внутрішнім збірним керуванням:

1. Система із кнопковим внутрішнім збірним керуванням з викликом вільної кабінки на поверх, що забезпечує виконання команди з кабінки, а також автоматичний пуск вільної кабінки і зупинку її на поверсі за викликом. Система застосовується на пасажирських ліфтах для житлових будинків вантажопідйомністю 3200 Н з невеликим числом поверхів, що обслуговуються.

2. Система з кнопковим внутрішнім одностороннім збірним керуванням, що забезпечує керування ліфтом з кабінки, виклик віль-

ної кабіни на поверх і виконання попутних викликів при русі кабіни з пасажирями вниз. Ця система автоматично реєструє команди пасажирів, що входять у кабіну, і послідовно виконує їх або реєструє тільки одну команду, виконує її, після чого може аналогічно виконувати наступну команду. Такі системи застосовуються на ліфтах пасажирських для житлових будинків з підвищеною поверховістю й вантажопідйомністю більше 3200 Н.

3. Системи з кнопковим внутрішнім двостороннім збірним керуванням. Ці системи забезпечують керування ліфтом з кабіни з автоматичною реєстрацією до виконання всіх команд, що надходять від пасажирів, виклик вільної кабіни на поверх і виконання попутних викликів при русі кабіни вниз або наверх. Системи обладнуються двокноповими апаратами виклику для реєстрації команд виклику для проходження вниз і наверх, а також світловими показниками, які встановлені на поверхових майданчиках, що сигналізують про напрямок руху ліфта після зупинки на поверсі. Ці системи призначаються для ліфтів пасажирських, які встановлені у суспільних, адміністративних і багатоповерхових житлових будинках з розвиненими міжповерховими пасажиропотоками.

Системи зі збірним керуванням залежно від числа ліфтів, що працюють спільно і обслуговують ті самі поверхові майданчики, поділяють на такі системи:

- одиночного керування, призначені для індивідуально працюючих ліфтових установок; система викликів на таких установках діє тільки на один ліфт. Одиночне керування, як правило, застосовується для обслуговування будинків з невеликим числом поверхів;

- парного керування, призначені для тих випадків, коли одиночна установка ліфта недостатня для забезпечення пасажиропотоку і в будинку встановлюються поруч два ліфти, що обслуговують ті самі поверхи; системи парного керування забезпечують таку погоджену роботу двох ліфтів із загальною системою викликів, при якій досягається їх максимальна продуктивність і мінімальний час очікування;

- групового керування, що застосовуються при груповому установленні ліфтів у великих громадських і адміністративних будинках, коли мають місце напружені пасажиропотоки і парні установки не забезпечують необхідної продуктивності. Групова установка застосовується із числом ліфтів від трьох до чотирьох.

Система викликів на групових ліфтах так само, як і на парних, загальна для всієї групи спільно працюючих ліфтів. Крім того, групові ліфти обладнаються спеціальним автоматичним пристроєм організації спільної роботи ліфтів.

У системах групового керування передбачаються ранковий, денний і вечірній режими роботи. Ці режими задаються диспетчером або встановлюються автоматично залежно від спрямованості й напруженості пасажиропотоку в будинку.

Залежно від вибраного типу, конструкції, призначення і технічних вимог, пропонованих до ліфтової установки, вона обладнується однією з типових систем електроустаткування. Системи електроустаткування розраховані на застосування на ліфтових установках типових конструкцій з напругою живильної мережі 380 і 220 В змінного струму.

Вибір електроустаткування для комплектування систем електроприводу і автоматики ліфтів масового застосування здійснюється відповідно до технічних даних.

Основні вимоги до систем керування

Важільне керування. Важільні апарати можуть застосовуватися тільки для керування ліфтом з кабіни. За допомогою важільного апарата повинні забезпечуватися вибір напрямку руху, пуск і зупинка ліфта. Важільний апарат має бути влаштований так, що після припинення дії на нього забезпечувалось би автоматичне повернення важеля в нульове положення і відключення електродвигуна ліфта. Зупинка кабіни на крайніх поверхах повинна бути автоматичною. На рис. 11.1 показаний важільний апарат, що складається з корпусу, валика, на якому закріплено контактний пристрій, важеля з роликом і рукоятки керування. Рукоятка керування має три фіксованих положення: середнє і два крайніх. При переміщенні рукоятки із середнього положення в крайнє повертаються контактна система апарата й важіль з роликом, внаслідок чого запускається двигун для руху нагору (Н) або вниз (В). Ролик командоапарата через проріз виходить за зовнішню стінку кабіни.

Це зроблено для того, щоб під час підходу кабіни до крайніх поверхів під дією відведення в шахті контактна система переводилася в середнє положення, що відповідає виключеному двигуну. Якщо до моменту підходу кабіни до крайнього поверху провідник не зняв руку з рукоятки командоапарата, то удар на руку від ролика

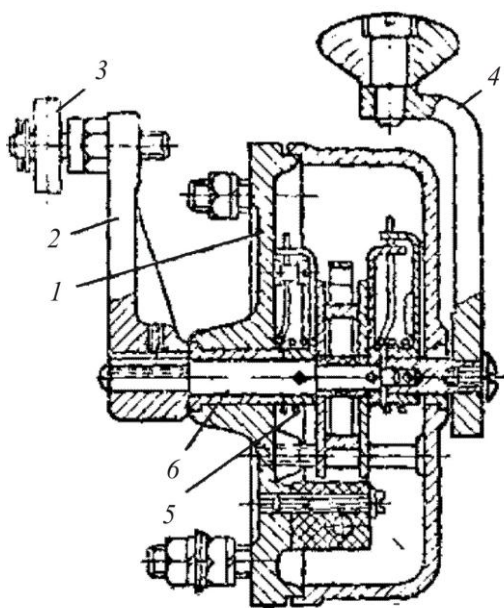


Рис. 11.1. Важільний пристрій

передаватися не буде, тому що між рухливою контактною системою й рукояткою забезпечений гнучкий зв'язок за допомогою пружини.

Важільне керування в цей час застосовується тільки у вантажних ліфтах.

Кнопкове керування

Усі апарати керування мають бути оснащені кнопкою «Стоп». Для ліфтів пасажирських і вантажопасажирських повинно застосовуватися внутрішнє або змішане керування. При внутрішньому керуванні ліфти повинні бути обладнані сигнальним викликом. При змішаному керуванні

на посадкових (завантажувальних) майданчиках установлюють апарати виклику для виклику кабіни або подачі команди на її зупинку під час руху кабіни в попутному напрямку.

У пасажирських і вантажопасажирських ліфтах при змішаному керуванні допускається виклик порожньої кабіни з відкритими дверима. При цьому повинен бути встановлений контроль щодо наявності в кабіні пасажира або вантажу вагою більше 15 кгс, а також виключена можливість виклику кабіни з відкритими дверима і у тому випадку, якщо пасажир, що перебуває в ній, яким-небудь чином звільнить підлогу.

На поверхових посадкових (завантажувальних) майданчиках цих ліфтів повинен установлюватися світловий сигнал «Зайнято», що діє при наявності в кабіні пасажира або вантажу вагою більше 15 кгс при русі кабіни і при відчиненні будь-яких дверей шахти. Сигнал повинен бути вмонтований в апарат виклику або встановлений у безпосередній близькості від нього.

У ліфтах, обладнаних системою збірного керування, сигнал «Зайнято» може не встановлюватися. У таких ліфтах повинна бути передбачена сигналізація про прийняття виклику.

У ліфтах, система керування якими дозволяє рух кабіни тільки з зачиненими дверима, допускається виклик кабіни з посадкового (завантажувального) майданчика при наявності в ліфті пасажира,

якщо після закінчення часу, встановленого для реєстрації команди пасажиром, що ввійшов, така команда зареєстрована не була, тобто допускається відсутність реєстрації наявності пасажирів в кабіні (нерухома підлога).

Обмежувач завантаження, яким при необхідності обладнаються пасажирські і вантажопасажирські ліфти, повинен автоматично запобігати пуску електродвигуна при перевантаженні і вмикати світловий сигнал «Ліфт перевантажений».

У ліфтах лікарняних і вантажних з провідником повинно застосовуватися тільки внутрішнє керування; ці ліфти повинні бути обладнані сигнальним викликом.

У ліфтах вантажних без провідника і вантажних малих повинно застосовуватися тільки зовнішнє керування; у ліфтів, призначених для обслуговування більше двох завантажувальних майданчиків, апарат керування повинен установлюватися на майданчику основного завантажувального поверху.

У ліфтах на дві зупинки допускається встановлювати апарати керування на обидва завантажувальні майданчики: на верхній – для спуску кабін, на нижній – для підйому.

У ліфтах із прохідною кабінною дозволяється установка такого апарата в кожних дверях.

Можливість установлення апаратів керування на всіх або декількох завантажувальних майданчиках повинна визначатися залежно від умов експлуатації ліфта за узгодженням з органом технагляду. У таких ліфтах (крім вантажних малих) кабіна має бути обладнана дверима, а пуск і рух кабін – бути можливими при зачинених і замкнених дверях шахти й зачинених дверях кабін.

У вантажних ліфтах допускається за узгодженням з технаглядом застосування змішаного керування з установленням на поверхових майданчиках апаратів, розрахованих як на виклик кабін, так і на пуск її на будь-який поверх.

При змішаному керуванні перемикач ліфтом із внутрішнього на зовнішнє (і назад) може здійснюватися за допомогою рухливої підлоги або інших пристроїв, що контролюють знаходження пасажирів або вантажу в кабіні; за допомогою установлених у кабіні перемикачів, що приводять у дію вручну або за допомогою реле часу; при цьому витримка часу повинна забезпечити виконання команди на рух від зовнішніх апаратів керування не раніше чим через 5 с

після закінчення руху або зачинення дверей кабіни, або дії кнопки «Стоп».

У всіх випадках змішаного керування кабіни ліфтів мають бути обладнані дверима. Рух кабіни як при внутрішньому, так і при зовнішньому керуванні можливий тільки при зачинених дверях кабіни.

Система керування ліфтами, крім ліфтів зі збірним керуванням, повинна виключати можливість виконання нової команди до виконання раніше поданої.

Ліфти, крім вантажних малих, мають бути обладнані кнопковим апаратом для пуску ліфта з машинного приміщення. Схема керування ліфтом повинна унеможливлювати його пуск при несправних запобіжних пристроях. Керування з машинного приміщення повинне бути можливим за умови:

- а) відключення всіх інших апаратів керування;
- б) запобігання впливу рухливого відведення на автоматичні замки в ліфтах, що обладнані таким відведенням;
- в) включення сигналу «Зайнято» у ліфтах, що обладнані ним;
- г) запобігання відчиненню дверей при зупиненні кабіни на поверхових майданчиках ліфтів, обладнаних автоматичними дверима.

Ліфти зі швидкістю руху більше 0,71 м/с (крім тротуарних і вантажних малих) мають бути обладнані кнопковим апаратом для керування з даху кабіни. Кнопковий апарат повинен мати дві кнопки: одну – для пуску кабіни вниз і другу – для пуску нагору; швидкість переміщення кабіни при керуванні цим апаратом не повинна перевищувати 0,36 м/с

Ліфти зі швидкістю руху 0,71 м/с і менше з приводом, що не забезпечує занижену швидкість (0,36 м/с), можуть бути обладнані кнопковим апаратом для керування з даху кабіни на повній швидкості, при цьому кнопковий апарат повинен мати тільки одну кнопку – для пуску кабіни вниз. Ці кнопки повинні бути включені так, щоб виключалася можливість руху кабіни при дії запобіжних пристроїв, оснащених електричними контактами.

Рух кабіни при керуванні з даху можливий:

- а) після відключення всіх інших апаратів керування;
- б) тільки при натиснутій кнопці керування.

Електрична схема керування ліфтом повинна задовольняти такі вимоги:

- а) при припиненні живлення привідного електродвигуна має автоматично відключатися коло керування ліфтом; після відновлення живлення повинен бути виключений самозапуск ліфта;

б) після зупинення ліфта між поверхами і усунення причини, що викликала зупинку, нормальна робота ліфта повинна відновлюватися негайно або після прибуття кабіни на наступний або попередній посадковий (завантажувальний) майданчик;

в) у ліфтах зі збірною системою керування повинна бути виключена можливість зупинення кабіни при надходженні команди на зупинку з посадкового (завантажувального) майданчика в момент, коли кабіна знаходиться на відстані від цього майданчика, меншої від допустимого шляху;

г) контакти, які призначені для відключення електродвигуна, накладення механічного гальма, подачі команди на зупинку «Стоп», а також контакти запобіжних пристроїв повинні працювати тільки на розрив електричного кола.

Як командоапарати при кнопковому керуванні застосовуються кнопкові пости керування серій ГОТ-2000; ПЛ-3000; ПЛ-5000 і ПЛ-6000. Пости ПЛ-2000 призначені для керування пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 320 кг як з ручним, так і з автоматичним приводом дверей.

Пости ПЛ-3000 призначені для керування вантажними й лікарняними ліфтами. На посту є пристрій сигналізації. З появою сигналу виклику з поверху загоряється сигнальна лампочка відповідного поверху, розташована на кришці поруч зі штовхачем команди. При збірній системі застосовуються пости ПЛ-5000 і ПЛ-6000. На відміну від кнопкових постів ПЛ-2000 на цих постах всі кнопкові елементи встановлені з утримуючими електромагнітами, а на постах

ПЛ-6000, крім того, є пристрій для скасування помилково зареєстрованих наказів.

Для керування ліфтом з даху кабіни застосовують кнопковий пост типу ПКТ-20 (рис. 11.2).

Для керування ліфтом з поверхових майданчиків застосовуються кнопкові апарати виклику ВП-30М; ВП-50; ВП-52; ВП-70. На рис. 11.3 показані викличні апарати ВП-50 і ВП-52, обладнані кнопковими елементами з електромагнітами, що реєструють команду, і ВП-30, обладнаний сигнальною лампою.

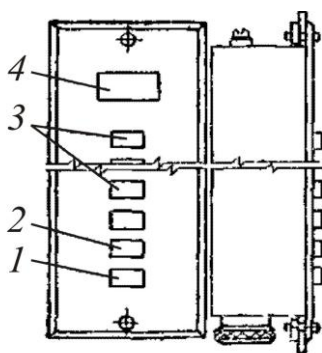


Рис. 11.2. Кнопковий пост ПЛ-2000: 1 – кнопка «Стоп»; 2 – кнопка «Виклик»; 3 – кнопка поверху; 4 – сигнал «Ліфт перевантажений»

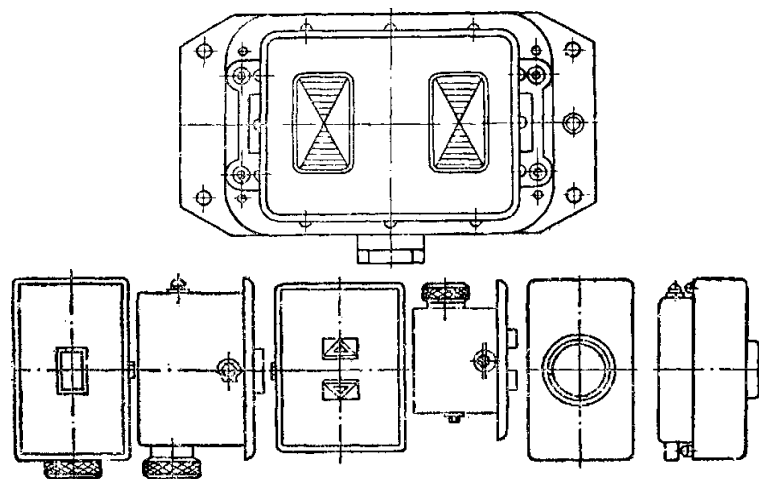


Рис. 11.3. Індуктивний вимикач

Як апарати, що забезпечують автоматичне керування ліфтами, застосовують поверхові перемикачі і індуктивні вимикачі ІКВ-22 (рис. 11.3). Вимикачі індуктивні серії ІКВ складаються з індуктивного датчика й виконавчого реле. Вони широко застосовуються на ліфтових установках як поверхові вимикачі і вимикачі точної зупинки.

Схема індуктивного вимикача ІКВ-22 показана на рис. 11.4. Паралельно й послідовно з катушкою включені конденсатори. Друга частина індуктивного датчика – феромагнітний шунт у вигляді сталевий смуги. При відсутності феромагнітного шунта над полюсами датчика по катушці включеного послідовно з ним виконавчого реле протікає струм, достатній для його включення. Замикання магнітної системи відбувається в момент проходження феромагнітного шунта біля датчика, у результаті чого індуктивний опір датчика збільшується, настає резонанс струму, струм у колі реле зменшується, і реле відключається.

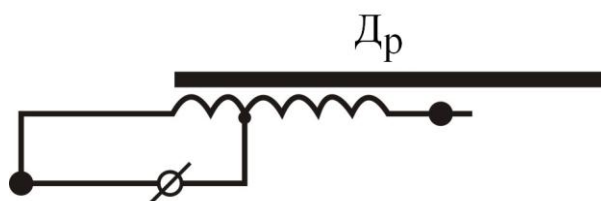


Рис. 11.4. Схема індуктивного вимикача типу ІКВ-22

Індуктивні датчики залежно від призначення встановлюються або в шахті (поверхові вимикачі), або на кабіні (вимикачі точної зупинки).

Нижче наведені основні технічні дані індуктивних вимикачів типу ІКВ-22:

Номинальна напруга змінного струму, В	$24^{+10}_{-15} \%$
Параметри катушки датчика:	
активний опір, Ом	12,76
імпеданс без шунта, Ом	320
імпеданс із шунтом при номінальному зазорі, Ом	600
Номинальний зазор між шунтом і датчиком, мм	6+4
Маса датчика, кг	7,5

Феромагнітний шунт до датчика виконується у вигляді сталевий смуги товщиною 2–3 мм. Розміри шунта вибираються залежно від призначення вимикача й швидкості ліфта (мінімальні розміри шунта 80×140 мм). Як виконавче реле до вимикача зазвичай застосовується реле типу МКУ-48 або інші, за умови їх активний і індуктивний опори при відпущеному і притягнутому якорі будуть такими ж, як у вище вказаному.

Струм спрацьовування реле при напрузі $0,85 V_{\text{ном}}$ і відсутності шунта над полюсами вимикача має бути не менше 0,45 А. Струм відключення реле при напрузі $1,1 V_{\text{ном}}$ і зазорі між шунтом і полюсами вимикача 6 ± 4 мм не повинен бути більше 0,1 А. Споживана реле потужність 6 Вт. Перетин приєднувальних проводів не повинний бути менше $1,5 \text{ мм}^2$.

Автоматичне керування ліфтом здійснюється за допомогою станції керування. Станція керування являє собою об'єднаний загальною конструкцією комплектний пристрій, призначений для дистанційного автоматизованого керування ліфтовою установкою. На станції керування комплектується вся релейноконтакторна апаратура керування, захисту, сигналізації, а також автономні джерела живлення для ліфтової установки. За конструктивним виконанням станції керування поділяються на блоки керування БК і панелі керування ПК. У вигляді блоків керування виготовляються станції керування для малих вантажних ліфтів, малих вантажних магазинних, вантажних і лікарняних на дві зупинки, для вантажних тротуарних і вантажних вичавлювальних з одношвидкісним електроприводом; для інших ліфтів станції виготовляються у вигляді панелей керування.

Блок керування являє собою пристрій, у якому апаратура керування і захисту зібрана на одній загальній ізоляційній плиті (асбоцементній, гетинаксовій і т.п.) без рами.

Панелі керування можуть виконуватися на декількох ізоляційних плитах, укріплених на загальній рамі або каркасі; панелі виготовляються також у рейковому виконанні, при якому апаратура монтується на ізоляційній або металевій рейках, зібраних на загальній рамі або каркасі.

Панелі й блоки конструктивно виконуються з переднім і з заднім приєднанням апаратів і проводів. Зовнішні проводи приєднуються до станції керування (через спеціально встановлені на станціях затискачі), силові ланцюги – безпосередньо до болтових з'єднань силових апаратів станцій. За способом захисту станції керування мають відкрите виконання і захищене – у металевих шафах.

Сигналізація

Сигнальна лампа має встановлюватися в апараті виклику, призначеному для безпосереднього виклику вільної кабіни пасажирського ліфта, в кнопковому апараті малого вантажного ліфта, а також у кнопковому апараті вантажного ліфта без провідника. Сигнальна лампа повинна горіти, якщо яка-небудь із дверей шахти не зачинена. У пасажирських ліфтах з безпосереднім викликом вільної кабіни сигнальна лампа має також горіти при знаходженні в кабіні пасажирів або вантажу масою більше 15 кг.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте системи керування ліфтів.
2. Назвіть та охарактеризуйте кнопкові системи керування ліфтів.
3. Які вимоги ставляться до систем керування ліфтів?
4. Які ви знаєте кнопкові пости керування ліфтів?
5. Які апарати забезпечують автоматичне керування ліфтів?

12. ДЕЯКІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІФТИ ІНОЗЕМНИХ ФІРМ

12.1. Ліфти з тяговим приводом

Стандартом ISO 4190 передбачається п'ять класів ліфтів з електричним тяговим приводом з описом їх основних характеристик, стосовно вантажопідйомності, швидкості і способу розміщення.

Основні частини ліфтів з тяговим фрикційним приводом такі:

а) Пристрої підвіски кабіни і противаги, які подані сталевими дротяними канатами.

б) Лебідка, яка є силовою установкою і включає:

- електричний двигун;
- механічний редуктор;
- гальма;
- тяговий канатопривідний шків (КПШ);
- муфти, вали, цапфи і підшипники;
- раму (опорна плита).

в) Кабіна, яка перевозить пасажирів і/або інші вантажі. Вона складається з підвіски, металевого каркаса, сполученого з підвісними пристроями, платформи, яка становить підлогу кабіни і безпосередньо сприймає навантаження і огорожу кабіни, прикріплену до платформи кабіни.

Компонентами її механічного устаткування є:

- механізм підвіски канатів;
- напрямні, башмаки, які забезпечують напрям руху кабіни уздовж траєкторії;
- уловлювач;
- двері і привід дверей кабіни.

г) Противага для зрівноваження сили тяжіння маси кабіни і частини маси номінального вантажу.

д) Шахта ліфта – місце, повністю або частково обгороджене, яке тягнеться від підлоги приямка до перекриття, в якому рухається кабіна і, якщо є, то і противага. Вона обладнана напрямними кабіни і противаги, дверима посадкових майданчиків, буферами або упорами у приямку.

е) Уловлювач – механічний пристрій для зупинення і утримання кабіни або противаги на напрямних у разі обриву, ослаблення натягу канатів підвіски або якщо швидкість кабіни (противаги), що опускається, перевищує номінальну швидкість на заздалегідь установлену величину.

Гальмівна дія уловлювача ініціюється обмежувачем швидкості, зазвичай розташованим у машинному приміщенні.

ж) Буфер – пристрій плавного уповільнення кабіни за межами нижнього розрахункового положення кабіни або противаги. Він може бути поліуретановим, пружинного або масляного типу, залежно від номінальної швидкості, і призначений для накопичення або розсіювання кінетичної енергії кабіни або противаги.

з) Електричні пристрої, до яких входять електричні пристрої безпеки і освітлення.

і) Контролер.

12.2. Ліфти з лінійним індукційним привідним двигуном

Лінійний індукційний привід (LIM) – досить нова революційна розробка у ліфтовій технології.

Можуть застосовуватися дві основні концепції приводу LIM.

Двигун лінійної індукції становить частину конструкції противаги, а механічний зв'язок між кабіною і противагою здійснюється за допомогою підвісних канатів, що огинають непривідний шків на верху шахти.

Ця система була подана «Otis Elevator Company of United Technologies» (США) і «Nippon Otis Elevator Company» (Японія). Була створена комп'ютерна модель, а перша конструкція ліфта була випробувана в Дослідницькому Центрі «United Technologies» у Фармінгтоні (Коннектикут, США).

Основна частина приводу LIM еквівалентна традиційній. Статор трубчастої форми складається із залізних пластин, розташованих упродовж кола, і утримується залізними кільцями. Вона становить частину конструкції противаги разом з гальмами, роликівими башмаками і датчиком швидкості.

Друга частина лінійного двигуна подана сталевую трубчастою колоною з алюмінієвим покриттям, яка проходить через противагу і

розташовується по всій довжині шляху підймання. Вона закріплюється на конструкції шахти. Під час подачі струму в обмотки статора генерується потік магнітної індукції, який створює силу, що переміщує противагу уздовж центральної колони.

Трубчаста форма мотора може компенсувати сили тяжіння без застосування складного механізму забезпечення постійності повітряного проміжку.

Обмежувач швидкості розташований у прямику.

Гальмівна сила прикладається безпосередньо до напрямних противаги.

Хоча підвіска колони ротора вгорі шахти збільшує навантаження на конструкцію будівлі, компенсація цього недоліку забезпечується відсутністю верхнього машинного приміщення. Гальмівна сила створюється пружиною, що діє на важелі, з якими також сполучена тяга механізму, що розгальмовує, з якорем електромагніта.

Оскільки привід включений на противагу, машинне приміщення не потрібне.

Відсутність необхідності передачі тягового зусилля шківками у верхній частині шахти зменшило навантаження на опори шківів. Це зменшує навантаження на конструкцію будівлі і знижує пусковий момент, пов'язаний з подоланням інерційних сил, також величину пускового струму приводу. В майбутньому для зниження маси кабіни планується використовувати космічні матеріали, включаючи композитні.

Максимальна величина номінальної швидкості нової системи становить 1,75 м/с. У традиційному приводі необхідність використання редуктора для зменшення швидкості призводить до зниження коефіцієнта корисної дії (ккд) механічної системи.

У порівнянні з гідравлічним приводом аналогічних можливостей економія енергії стає ще помітнішою. Усувається шум, що створюється редуктором, насосом і підшипниками.

Підвищення ККД і пов'язане з цим зменшення необхідної потужності приводу при істотному зниженні рівня шуму є ключовими цілями даної нової розробки.

При використанні лінійного приводу збережені всі прийняті характеристики і пристрої безпеки традиційних ліфтів: уловлювачі кабіни, обмежувач швидкості, кінцеві вимикачі, система пожежної безпеки і т. д.

Передбачена резервна електрична система з автономним батареїним живленням, яка при розриві силової мережі дозволяє перемістити кабіну до найближчої зупинки.

Але поки що правила і положення, включені до кодексу безпеки, що діє, не допускають експлуатації ліфта з приводом LIM і для подальшого застосування вимагають зміни цієї системи.

Наприклад, в американських правилах безпечного застосування ліфтів (American Standard Safety Code for Elevators A 17.1-1996 Rule 101.6) сказано, що лебідка не повинна розташовуватися в шахті ліфта і відповідно до правил Rule 208.1 усі лебідки повинні бути тягового типу або з канатним барабаном, до яких мають ставитися дуже жорсткі вимоги.

Правило 6.1.1 (Rule 6.1.1) європейського стандарту EN 81-1:1998 говорить про те, що лебідки і пов'язане з ними устаткування мають розміщуватися в особливому приміщенні. У розділі 12.2.1 (Rule 12.2.1) того ж стандарту вказано, що допускається тільки два методи руху ліфта: за допомогою тягового шківів тертя або жорсткого приводу (барабанного або ланцюгового).

Та ж ситуація, що з приводом LIM, склалася і з системою «Schindler Mobile», з так званими ліфтами без машинного приміщення (roomless elevators), у яких привід розташовується безпосередньо в шахті.

Інший підхід до нової концепції – безканатний ліфт з приводом LIM запропонований корпорацією «Mitsubishi Electric» як ефективне рішення вертикального транспорту в майбутньому для будівель значної висоти.

Установлення лінійного приводу на кабіні привело до створення саморушного ліфта, який довгий час залишався мрією інженерів ліфтової спеціалізації і архітекторів.

Інженери «Mitsubishi» пропонують систему з декількох ліфтів, які рухаються в одній шахті.

Такий підхід приведе до двох значних удосконалень стандартних рішень:

- зменшення площі поперечного перетину шахти;
- виключається канатна підвіска, оскільки відпадає необхідність у противазі.

Застосування підвісних канатів у надвисотних будівлях обмежено величиною межі міцності. З іншого боку, потрібна велика потуж-

ність приводу і ускладнюється система безпеки. Лінійний двигун має плоску форму. Статор складається з чотирьох частин, симетрично розташованих у шахті уздовж напрямних. Друга роторна частина двигуна подана постійним магнітом, закріпленим на бічних стінках кабіни. Товщина постійного магніту близько 5 мм, така ж, як у металевому листа огорожі. Магніт покритий тонким шаром пластику, щоб полегшити видалення залізного пилю, що осів на його поверхні. Первинна частина статора розбита на секції, відповідні висоті поверху, кожна з яких має довжину від середини одного поверху до середини суміжного.

Положення кожної кабіни контролюється, і відповідні секції статора отримують живлення від частотного перетворювача УУУР залежно від положення кабін. При перебої в електропостачанні статори обмотки замикаються і кабіна опускається в режимі динамічного гальмування.

Якщо врахувати, що активний опір обмотки статора становить усього 5 % її повного опору, швидкість кабіни, яка опускається, не повинна перевищувати 5 % номінального значення. Гальмівна система ліфта повністю аналогічна розглянутому вище варіанту.

12.3. Schindler Mobile

Це абсолютно нова технічна концепція, яка відрізняється від усього, що було подано раніше в галузі вертикального транспорту. «Schindler Mobile» включає конструкцію вертикальної напрямної стійки, що вільно стоїть, і саморушний засіб, установлений на кабіні ліфта.

Дана унікальна ліфтова система не потребує ні машинного приміщення, ні жорсткої шахти, як у типовій конструкції ліфтів. Передача шуму в будівлю незначна.

Ключовими компонентами даної конструкції є дві порожнисті алюмінієві колони, що вільно стоять, з особливими ходовими поверхнями для напрямку кабіни уздовж вертикальної траєкторії. Кожна колона збоку підтримується звукоізолюючими кронштейнами, прикріпленими тільки до однієї стіни вгорі і до плити підлоги.

Профіль поперечного перетину овальної форми. Він виготовляється методом екструзії, і його погонна маса становить 22,7 кг на метр довжини.

Саморушний засіб складається з пасажирської кабіни, частотно-регульованого приводу і мікропроцесорної системи керування.

Частина системи складається з привідних коліс з привідним блоком і непривідних коліс, розташованих з протилежного боку колон, з пружинним механізмом притиснення для створення достатнього зчеплення коліс фрикційного приводу.

Цей простий принцип забезпечує кабіні рух вгору і вниз уздовж колон без підвісних канатів. Привідні і непривідні колеса мають поліуретанові бандажі для збільшення коефіцієнта тертя. На величину зчеплення деякою мірою впливає пил, волога або сліди мастила. Кабіна ліфта плавно розганяється і гальмується з великою точністю зупинки.

Іншими важливими компонентами є дві противаги, пов'язані з рамою кабіни підвісними канатами, які рухаються усередині стояка і направляються роликівими башмаками.

Блоки, що відхиляють, розташовуються вгорі стояка.

Противаги компенсують вагу конструкції кабіни плюс 20 % сил тяжіння маси номінального вантажу.

Компактний блок приводу складається з асинхронного електродвигуна, механічного редуктора, дискового гальма і перетворювача частоти.

Редуктор поданий хвилевою передачею. Цей тип редуктора використовувався NASA через його високу ефективність, низький рівень шуму, невеликі габарити і невелику вагу.

Поєднання вище згаданих компонентів приводу і систем керування говорить про якісні характеристики приводу із зменшеним споживанням енергії і низьким номінальним струмом електроживлення.

Повністю зібраний привідний вал включає асинхронний електродвигун, подвійне дискове гальмо, хвильовий редуктор, привідні колеса і роликові підшипники, якими вал підтримується в литому корпусі, змонтованому під каркасом кабіни.

Schindler Mobile обладнаний автоматичною системою для евакуації пасажирів при нещасних випадках без сторонньої допомоги. Дуже низька вірогідність того, що кабіна ліфта застрягне між поверхами і пасажирів опиняться в пастці.

Якщо в електроживленні виникне перебіт або у двигуні чи в системі керування виникне несправність, система переключиться на роботу від акумулятора. Допоміжний двигун приведе в рух колеса и

доведе ліфт до ближнього поверху, де кабіна зупиниться і двері відчиняться.

З міркувань безпеки ліфт має стандартний уловлювач, що приводиться в рух обмежувачем швидкості у разі неконтрольованого руху кабіни в напрямі вниз.

Неконтрольований рух вгору маловірогідний у зв'язку із зрівноваженням тільки 20 % сил тяжіння вантажу номінальної маси.

12.4. Конструкція лебідок із черв'ячним колесом

Існує ряд різноманітних рішень, і деякі з них будуть тут згадані.

Лебідки, виготовлені компанією «Titan Machine Corp.» (США), призначені для важкого режиму роботи і мають однотипну конструкцію. В обох випадках використовується нижнє установлення черв'яка.

«Titan I» використовується при номінальній швидкості до 1,75 м/с і номінальній вантажопідйомності до 2250 кг. Максимально допустиме навантаження на тяговий шків становить 11700 кг.

Опорна плита, корпус редуктора і гальмівний пристрій становлять єдину основу лебідки. Додаткова плита з опорною стійкою ретельно оброблена і закріплена на корпусі редуктора.

Завдяки такій міцній і жорсткій конструкції шум і вібрація практично відсутні.

Необертальна основна вісь – ексцентрикова, щоб полегшити регулювання і монтаж черв'ячної передачі, а також подальше коректування радіального зазору в зачепленні без демонтажу яких-небудь частин. Вона піднята на двох литих блоках і закріплена за допомогою установлювальних штифтів і комплекту гвинтів.

Бічне регулювання легко досягається при поперечному ковзальному зсуві осі в опорних блоках до моменту досягнення правильної установки.

І черв'ячне колесо, і шків закріплені на центральній опорі редуктора (spider), установленій на конічних роликів підшипниках осі.

Підшипники заздалегідь нагріваються до 250 °F (121 °C) для гарячої посадки на основну вісь, а зовнішні кільця підшипників установлюються всередині центральної опори редуктора, що обертається.

Лебідка оснащена мотором з фланцевим кріпленням та електромагнітним гальмом із зовнішньою установкою двох колодок вертикальним магнітом постійного струму.

Муфта, що з'єднує двигун з валом черв'яка, складається з двох половин, одна з яких утворює гальмівний шків.

Тяговий шків відлитий з чавуну з твердістю поверхні 220–240 НВ. Він закріплений на центральній опорі редуктора за допомогою шести вкручених в його бічну поверхню гвинтів.

Багато характерних рис конструкції «Titan I» типові для лебідки «Titan II». Це традиційна конструкція лебідки. Всі основні компоненти змонтовані на опорній зварній сталевій рамі.

Лебідка обладнана встановленим на опорах двигуном змінного або постійного струму за вибором замовника. Вона може використовуватися при номінальній швидкості до 2,25 м/с і номінальній вантажопідйомності до 3600 кг.

Інша лебідка під назвою «Titan III», схожої конструкції, може використовуватися при номінальній вантажопідйомності до 9000 кг.

Класичним виконанням лебідки для важкого режиму роботи є лебідка фірми «Alberto Sassi SPA» (Італія) під маркою MB 94. Двигун змінного струму з вентилятором установлений на окремій опорній плиті, прикріпленій болтами до нижньої частини корпусу редуктора.

З'єднання між двигуном і черв'ячним редуктором здійснюється за допомогою муфти з гальмівним шківом.

Двигун безпосередньо сполучений з черв'ячним валом, гальмо знаходиться на зовнішньому боці вала двигуна разом зі штурвалом.

Вал підтримується трьома підшипниками: двома бронзовими втулками в корпусі редуктора і, на випадок дії осьового навантаження, дворядним радіально-упорним сферичним підшипником, установленим у виносній опорі. Тяговий шків болтами закріплений на маточину, яка зафіксована на валу гайкою.

На рис. 12.1 наведені графіки залежності коефіцієнта корисної дії черв'ячного зчеплення від потужності для лебідок типу MB 94. MB/MP94.

Графіки мають значення, оскільки наочно демонструють вплив декількох важливих чинників на коефіцієнт корисної дії: число заходів черв'яка, що безпосередньо впливають на кут підйому гвинтової лінії нарізки черв'яка, передавальне число і швидкість ковзання черв'яка.

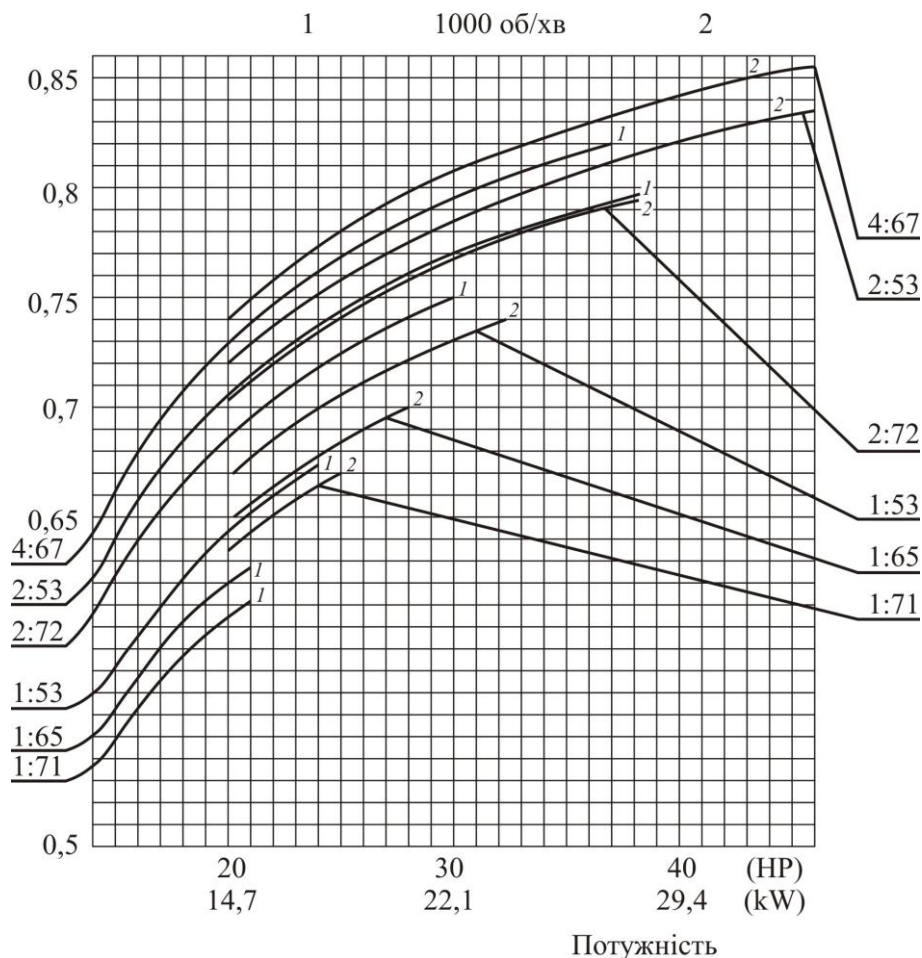


Рис. 12.1. Графіки залежності коефіцієнта корисної дії від потужності двигуна лебідок MB/MP

Для одного і того ж діаметра черв'яка швидкість ковзання прямо пропорційна швидкості двигуна.

Форма зубців спроектована так, щоб три зубці черв'ячного колеса постійно знаходилися в зачепленні з черв'яком.

Максимально допустиме статичне навантаження на шків 80000 Н, діапазон потужності залежить від типу використовуваного двигуна (зазвичай від 8,1 до 40,4 кВт). Двигун завжди змінного струму з короткозамкнутою обмоткою ротора: двошвидкісний 1500/375 або 1000/250 об/хв, двошвидкісний при номінальній швидкості 1350 об/хв. Для регулювання швидкості зміною напруги, спеціальний одношвидкісний 1500 об/хв з частотним регулюванням.

Двигун MT28 того ж виробника в даний час використовується в пасажирських ліфтах невеликої вантажопідйомності.

Розташований вгорі черв'як (верхнє положення) виконаний разом зі швидкісним валом. Вал підтримується сферичними підшип-

никами і консольно встановленим ротором. Статор має фланцеве кріплення, а гальмо і штурвал розташовані з боку двигуна. Лебідка може бути обладнана вентилятором для охолодження і збільшення числа пусків на годину. Модифікований варіант конструкції лебідки MF 28 обладнаний виносним підшипником на тихохідному валу.

Тихохідний вал підтримується двома бронзовими втулками в корпусі редуктора, тоді як із зовнішнього боку шків – роликовим підшипником, що самоустановлюється.

Лебідка обладнана двошвидкісним двигуном з відношенням полюсів статора 1:4 (4/16 або 6/24) або спеціальним одношвидкісним двигуном на 1500 об/хв для частотного регулювання швидкості.

Максимальне навантаження на шків лебідки MF 28 становить 2100 кг і 2300 кг для лебідки MF 28 S.

Лебідка виробництва «Sicor SPA» (Італія), «Wittur Aufzugteile GmbH», названа 811 3006, має відмінну рису: може бути встановлена як у горизонтальному, так і вертикальному положенні, може поставлятися з пристроєм вирівнювання, з подовженим тихохідним валом або з барабаном замість тягового шківів.

Розрахункові діаметри тягових шківів можуть мати величину 400–680 мм, передавальні числа редуктора – від 47:2 до 72:1 і потужність двигуна при 1500 об/хв варіюється відповідно від 5,5 до 9,5 кВт.

Привідний двигун змінного струму фланцевого виконання, а гальмо і штурвал ручного приводу розташовані із зовнішнього боку мотора. Тяговий шків своїм фланцем закріплений на центральній опорі редуктора (spider), що обертається, тоді як черв'ячне колесо встановлене на її маточині і нерухомо закріплене шпонкою.

Центральна опора редуктора (spider), що обертається, розташована на нерухомій осі, підтримується двома підшипниками.

На осі під шківом розташовано сферичний підшипник важкої серії, а під черв'ячним колесом, де навантаження набагато менше, підшипник ковзання.

«Gibierre Sri» (Італія) спеціалізується на виробництві невеликих лебідок, які в основному використовуються на сервісних ліфтах. Вони обладнані або тяговим шківом або барабаном. Позначення цих лебідок GB 075 або GB 090 відповідно, технічні параметри подано в табл. 12.1.

Лебідки мають черв'ячну передачу, одношвидкісний електродвигун фланцевого виконання і гальмо з колодками із зовнішнім стисненням.

Технічні параметри лебідок «Gibiette»

Показники	Тип лебідки	
	GB075	GB090
Максимальне статичне навантаження, кг:		
тяговий шків	550	600
барабан	165	200
Потужність двигуна, кВт	0,75	1,1
Передавальне число	1:60	1:60
Діаметр шківа, мм	260, 320, 370	260, 320, 370
Діаметр барабана, мм	210, 260	210, 260
Число канавок (заходів черв'яка)	1 або 2	1 або 2
Швидкість зі шківом, м/с	0,34, 0,42, 0,48	0,34, 0,42, 0,48
Швидкість з барабаном, м/с	0,27, 0,34	0,27, 0,34
Незбалансоване навантаження, кг*, із застосуванням шківа	90, 75, 65	150, 120, 100
Незбалансоване навантаження, кг*, із застосуванням барабана	110, 90	180, 150

Примітка. * Незбалансоване навантаження зменшується з підвищенням швидкості

На спеціальних установках може бути передбачений перетворювач для регулювання швидкості.

12.5. Лебідки з планетарними передачами

Для пасажирських і вантажопасажирських ліфтів компанією «Zahnradfabrik Passau GmbH» (Німеччина) виготовляються лебідки з планетарними передачами. З цією компактною лебідкою застосовується двоступенева планетарна зубчаста передача, вбудована в корпус, до фланця якої болтами кріпиться шків.

Три планетарні колеса встановлено в першому ступені і чотири – у другому. Привідний двигун змінного струму фланцевого виконання сполучений з сонячним зубчастим колесом за допомогою пружної муфти. Ця конструкція в даний час використовується з підйомними

механізмами, обладнаними барабаном. Її застосування на ліфтах – відносно новий підхід у проектуванні редукторів лебідок.

Лебідка досить невелика, компактна, зубчаста передача має високий коефіцієнт корисної дії, а розподіл енергії за декількома планетарними колесами двох ступенів гарантує довгий термін служби і безшумну роботу. Розрахована вона на вантажопідйомність до 1600 кг і номінальну швидкість від 0,63 до 1,0 м/с. Двоступенева планетарна зубчаста передача з трьома сателітами вбудована в конструкцію лебідки. Передавальне число редуктора 21 або 31.

Індукційний двигун змінного струму закріплений за допомогою фланцевого з'єднання, і його швидкість регулюється частотним перетворювачем. Він розрахований на 240 пусків на годину.

Вал двигуна виведений на зовнішній бік для установаження штурвала ручного приводу, який може бути використаний у разі аварії. Тяговий шків устаткований консольно.

Гальмо колодкове зовнішнього стиснення устатковане між двигуном і редуктором і забезпечує інтегральний контроль зносу.

Основні характеристики цієї лебідки – високий коефіцієнт корисної дії, компактність, низький рівень шуму і невеликий пусковий струм забезпечуються завдяки поєднанню планетарної зубчастої передачі і частотного перетворювача.

Лебідка виготовляється у двох виконаннях: ЕРО 300 для максимального номінального навантаження 1000 кг з кратністю підвіски 1:1 або 1250 кг з кратністю 2:1 (максимальна швидкість 1,25 м/с), ЕРО 500 для максимального номінального навантаження 1350 кг (кратність підвіски 1:1) або 2500 кг (кратність підвіски 2:1); швидкість залежить від номінального навантаження, максимальне значення швидкості становить 2,0 м/с.

Максимально допустимі навантаження на шків – 55 кН для ЕРД 300 або 70 кН для ЕРД 500.

«Wittur Aufzugteile GmbH» застосовує три типи планетарних лебідок. Швидкість контролюється частотним перетворювачем. Гальмо колодки розташоване на зовнішньому боці двигуна з фланцевим кріпленням, як і штурвал ручного приводу.

Напруга живлення електромагніта гальма 180 В постійного струму. Тяговий шків устаткований консольно.

Крива залежності рівня шуму лебідки УБР 3100 від швидкості двигуна (об/хв) показана на рис. 12.2.

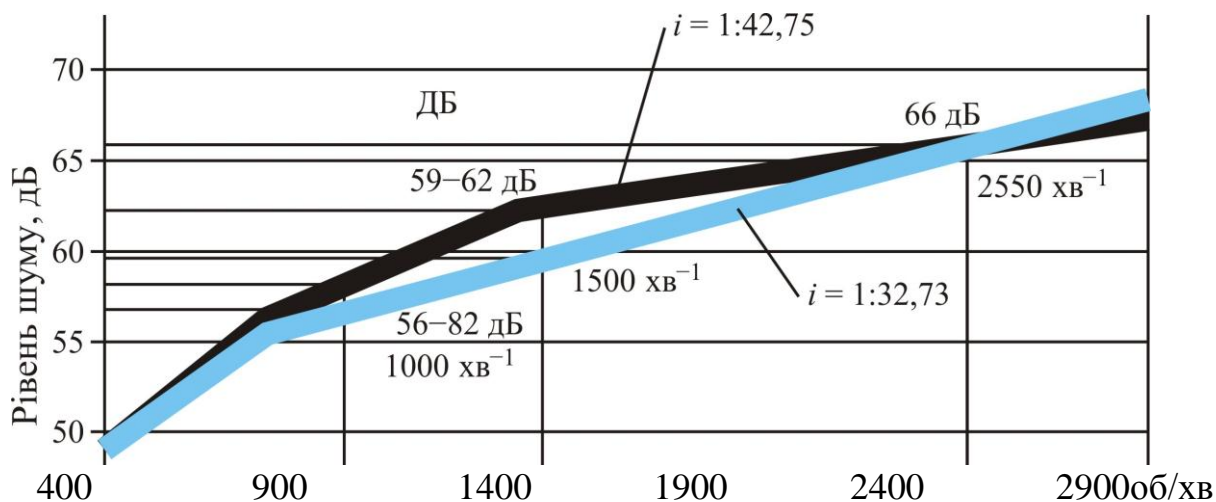


Рис. 12.2. Графік залежності рівня шуму від частоти обертання вала лебідки WSP 3100 «Wittur Aufzugteile GmbH»

Результати були отримані при вимірюванні рівня шуму редукторів з двома різними передавальними числами в акустично ізолюваному приміщенні. Подані нижче граничні величини відповідають німецькій директиві VDI 2566.

12.6. Лебідки з хвильовими передачами

Принцип такої передачі енергії був запатентований у США в 1955 р.

Хоча хвильова передача ніколи не використовувалася у звичайних ліфтах, не слід ігнорувати коротке обговорення можливості її майбутнього застосування. «Schindler» з успіхом використовував цей тип зубчатої передачі в ліфтах «Schindler Mobile».

Редуктор хвильової передачі складається з трьох основних компонентів:

а) Хвильовий генератор – сферичний підшипник із зовнішнім кільцем, закріплений на еліптичній втулці, яка служить високоефективним перетворювачем моменту, що крутить. Він змонтований на швидкісному (вхідному) валу.

б) Гнучке колесо – гнучкий сталевий циліндр із зовнішніми зубцями, має кільцевий фланець на протилежному кінці.

в) Зовнішнє опорне колесо (колесо циркуляції) – жорстке сталеве кільце з внутрішніми зубцями, що взаємодіють із зубцями гнучкого колеса.

Гнучке колесо трохи меншого діаметра, чим у нерухомого колеса, має на 2 зубці менше чим на зовнішньому колі. Воно набуває еліптичної форми під впливом хвильового генератора, і його зубці зчіпляються із зубцями зовнішнього опорного колеса у напрямі головної осі еліпса.

Робота хвильової передачі розбита на 4 послідовних фази.

1. Початковий стан.

2. Коли хвильовий генератор починає обертатися в напрямі за годинниковою стрілкою, зона контакту зубців переміщається з головною віссю еліпса (90°).

3. Коли хвильовий генератор обернувся на 180° за годинниковою стрілкою, гнучке колесо обернулося на один зуб у протилежному напрямі, тобто проти годинникової стрілки.

4. Кожен повний оберт хвильового генератора переміщає два зубці гнучкого колеса в напрямі проти годинникової стрілки на зовнішньому опорному колесі.

Відносній перпендикулярності і співвісності трьох основних компонентів повинна бути приділена величезна увага, як і забезпеченню допусків на виготовлення.

Точне складання зубчастої передачі – необхідна умова досягнення бездоганного функціонування, високого коефіцієнта корисної дії, надійності і довговічності всіх компонентів системи.

Хвильова передача має ряд переваг:

- висока перевантажувальна здатність за крутним моментом через передачу енергії зачепленням численних зубців;

- хвильовий привід може працювати з нульовим коловим зазором між зубцями зачеплення;

- високе передавальне число одного ступеня, яке практично може змінюватися від 50:1 до 320:1;

- відносно високий коефіцієнт корисної дії для високого значення передавального числа; при стендових випробуваннях його величина становила близько 0,85;

- мінімальний знос і довгий термін служби всіх компонентів;

- висока крутильна жорсткість;

- невеликі розміри редуктора.

Швидкісний вал хвильового генератора підтримується двома сферичними підшипниками, тоді як тихохідний вал гнучкого колеса – двома однорядними роликовими підшипниками.

12.7. Лебідки з пасовою передачею

Перша лебідка з передачею клиновим паском була встановлена в Німеччині компанією «Gustav Ad. Koch Maschinenfabrik KG» у 1954 р.; вона все ще функціонує. З тих пір було встановлено 3000–4000 лебідок вантажопідйомністю 320–5000 кг, більшість з них у Німеччині. Ці лебідки компанія продовжує випускати.

Містер Роланд Справінога модернізував первинну таку конструкцію. Лебідки цієї вдосконаленої і запатентованої конструкції пропонуються зараз компанією «Ingenieurburo fur Aufzugtechnik» у Гамбурзі (Німеччина).

Основні деталі включають привідний електродвигун, мультиклиновий привідний пас, дискове гальмо і тяговий шків. Оскільки передавальне число клинопасової передачі обмежене розмірами веденого блока, ці лебідки більше підходять для високих швидкостей. Тому канатним системам з кратністю 2:1 і в деяких випадках навіть 4:1 слід віддавати перевагу.

Використання цих систем полегшує застосування лебідок з клинопасовою передачею при низькій номінальній швидкості (на практиці від 0,85 м/с для кратності 2:1 і від 0,5 м/с при підвісці з кратністю 4:1).

Зазвичай застосовується асинхронний одношвидкісний двигун на 1500 об/хв з регулюванням швидкості частотним перетворювачем. Двигун з привідним блоком змонтований на сталевій конструкції, яка може повертатися відносно шарніра опорної рами лебідки. Пружина, встановлена на привареному до рами кронштейні, забезпечує постійне натягнення пасків.

Гумові прокладки або блоки амортизаторів установлені між опорною рамою лебідки і опорними балками, щоб зменшити передачу вібрації на конструкції, що примикають до будівлі.

Кероване подвійне дискове гальмо діє безпосередньо на шків. Диск відлитий разом зі шківом, з'єднаний болтами з привідним блоком. Оскільки необхідний гальмівний момент, що передається на шків, значно вищий, ніж на швидкісному валу, застосування ефективного дискового гальма абсолютно необхідне.

Блок зі шківом спирається на два підшипники, які закріплені на нерухомій осі. Блок може бути виготовлений з поліаміду з меншою масою і меншим моментом інерції.

Пізніше клинові паски були замінені зубчастими пасками.

Існує декілька відомих виробників цього типу паска. На рис. 12.3 зображено зубчастий пасок для важкого режиму роботи з необробленою кромкою, випущений компанією «ContiTechAntriebssysteme GmbH». Він виконаний з високоякісного еластомірного складу на основі поліхлоропрену;

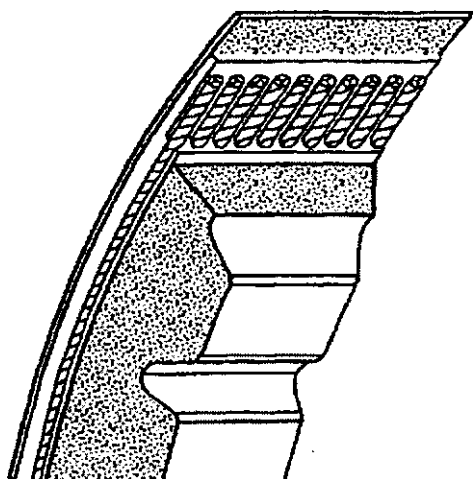


Рис. 12.3. Зубчастий пасок

розтягнуті елементи (компоненти міцності), виконані з поліестерного корду, включені в основу паска для збільшення передавальної потужності і зменшення робочого подовження.

Рушійні сили, що діють у перетині паска, передаються до розтягнутих елементів через прогумовану основу, яка укладені в поперечному напрямі так, щоб пасок міг чинити опір вигину.

Гнучкість паска збільшується за рахунок спрофільованої зубчастої конструкції, що зменшує напругу вигину і тепловиділення. Вона також допускає використання приводних блоків меншого діаметра.

Клинові паски «ContiTech» мають антистатичні властивості, стійкі до екстремальної температури і зносу.

Основні переваги лебідок з пасовим приводом такі:

- високий коефіцієнт корисної дії пасового приводу (0,98) і низьке споживання енергії;
- низький момент інерції мас, що обертаються;
- безшумна робота впродовж усього терміну служби;
- низька вартість технічного обслуговування, оскільки клинові паски не вимагають мастила і всі підшипники заповнені мастилом на весь термін служби;
- збільшена безпека через розташування робочого гальма на боці шківа;
- не потрібні додаткові запобіжні засоби для запобігання неконтрольованому руху кабіни (перевищення допустимої швидкості).

12.8. Безредукторні ліфтові лебідки

12.8.1. Безредукторні лебідки постійного струму

Безредукторна лебідка обладнана спеціальним низькошвидкісним двигуном постійного струму, швидкість якого змінюється в діапазоні 100–220 об/хв.

Між ротором і тяговим шківом немає зубчастої передачі.

Усі основні компоненти лебідки, такі, як ротор, тяговий шків і гальмівний шків, змонтовані на одному валу, встановленому на двох підшипниках. Вал і підшипники повинні витримувати навантаження, що діють на шків, а також силу тяжіння вказаних вище компонентів, і передавати повне навантаження на конструкцію будівлі.

Тяговий і гальмівний шків зазвичай виконані в одній деталі.

Через відсутність зубчастої передачі механічний ККД вище в порівнянні з ліфтовими лебідками з редуктором. Тому енергоспоживання низьке.

Первинна вартість безредукторної лебідки вища, але довгий термін служби низькошвидкісного двигуна постійного струму і менша вартість технічного обслуговування.

Для регулювання швидкості можуть використовуватися декілька систем. Раніше використовувалася система регулювання напруги за допомогою установки «генератор – двигун» («Ward-Leonard»). Результатом її застосування було забезпечення комфортності пересування і точного вирівнювання на кожній зупинці, незалежно від навантаження кабіни і напрямку руху.

Проте вартість монтажу була порівняно високою, необхідний був простір для розміщення устаткування «мотор – генератор», було потрібне додаткове технічне обслуговування колектора і щіток швидкохідного генератора і загальні втрати (застосовувалися мінімум три компоненти, що оберталися) зменшували загальний коефіцієнт корисної дії лебідки.

Для уникнення недоліків системи «Ward-Leonard» установка «мотор – генератор» може бути замінена на статичний перетворювач, так звану систему «Thyristor-Leonard», яка включає два керовані трифазові мости.

Середнє значення постійного струму контролюється керованим тиристором з фазовим регулюванням.

Ця система в основному використовується з приводами постійного струму і має недолік, пов'язаний з появою зрівняльного струму при малій величині моменту, що обертає, викликає зміну в характеристиках контуру регулювання (нелінійна залежність між струмом і напругою). Як альтернатива може бути використаний подвійний перетворювач, в якому постійно функціонують два мости тиристорів, один – як випрямляч, інший – як інвертор. Ця концепція керування

тиристора більше всього доступна, але вона має вищу вартість, оскільки застосовується трансформатор з двома самостійними вторинними обмотками, два реактори зрівняльних струмів (дроселями) і дві схеми керування.

Система приводу «Thyristor-Leonard» в будь-якому її вигляді на ступінь вище за систему «Ward-Leonard». Вона характеризується високим ККД, низькою вартістю технічного обслуговування і високою надійністю. Обмеженням до її застосування можуть стати перешкоди в силовій лінії (несинусоїдальні потоки).

Зазвичай використовуються шестиімпульсні мостові перетворювачі; проте деякі ліфтові компанії пропонують 12-імпульсні перетворювачі, застосування яких зменшує електричні перешкоди іншим електричним системам у будівлі і відчутний шум від двигуна постійного струму. Вона використовується разом з установкою «двигун – генератор» або статичним перетворювачем при номінальній швидкості до 8 м/с.

Чотиріполюсний тихохідний двигун постійного струму, тяговий і гальмівний шків становлять єдиний компактний блок. Тяговий і гальмівний шків, відлиті разом, установлені консольно на валу двигуна.

Повністю закрыта конструкція статора забезпечує ефективну комутацію у всіх робочих умовах і збільшує термін служби при мінімальному технічному обслуговуванні. Квадратна поверхня статора робить двигун дуже компактным на монтажному майданчику і зручним для застосування при невеликих просторах. Двигун охолоджується змонтованим зовні вентилятором.

Гальмо, кероване постійним струмом, має два незалежні гальмівні важелі і здатне утримувати кабінку у стаціонарному положенні при перевантаженні на 100 %. Число пусків на годину 240 і тривалість включення (номінальне значення) може досягати 60 %.

Безредукторна лебідка постійного струму недавно виготовлена компанією «Schindler Aufzuge AG» (Швейцарія). Це сама невелика з безредукторних лебідок «Schindler», названа «Baby Gearless» GH 330. Вона застосовується при вантажопідйомності 630 кг і швидкості 1,6 м/с, до 1000 кг при швидкості 3,15 м/с, кратність підвіски 2:1. Діаметр шківа 570 мм, має до 7 канатів, діаметр яких дорівнює 13 мм. Кути підрізу напівкруглого профілю струмків становлять 75°, 82° або 90°.

Максимальна потужність 20 кВт при 211 об/хв, максимальний момент, що обертає, 900 Н·м (пусковий момент 2100 Н·м), максимальне навантаження на тяговий шків 40000 Н. Вага лебідки 1200 кг. Подвійне гальмо вмикається механічно і вимикається за допомогою гідравліки; мотор-насос змонтований на сталевій опорній плиті.

Діаметр гальмівного шківа 500 мм, максимальний гальмівний момент 1800 Н м. Двигун охолоджується зовнішнім вентилятором.

12.8.2. Безредукторні лебідки змінного струму

Прогрес у розробленні систем регулювання швидкості змінного струму привів до появи на ліфтовому ринку безредукторних лебідок з приводом змінного струму.

Лебідка дуже компактна і має невеликі розміри. Вона підтримує максимальне радіальне навантаження на шків 7000 кг при номінальному моменті, що обертає, 900 Н·м. Вона спроектована для номінального навантаження 1000 кг або 1275 кг відповідно і для швидкості кабіни 1,6, 2,0, 2,5 і 3,0 м/с.

Діаметри тягових шківів 410, 460 або 520 мм для номінального навантаження 1000 кг, 410 мм для номінального навантаження 1275 кг. Шків може мати максимум 9 канавок при номінальних діаметрах каната 10, 11 або 12 мм або максимум 8 канавок при номінальному діаметрі 13 мм.

Асинхронний двигун змінного струму, число полюсів дорівнює 8, контролюється частотним перетворювачем, із зворотним зв'язком за швидкістю і струмом, для досягнення досконалої діаграми швидкості і комфорту поїздки.

Цифровий генератор імпульсів має загальну вісь з валом двигуна і захищений проти механічного пошкодження ковпаком, сполученим з корпусом двигуна. Двигун обладнаний допоміжним вентилятором 230 В змінного струму (однофазовий) високої об'ємної продуктивності, що дало можливість збільшити число пусків двигуна на годину до 240. Терморезистори теплового захисту в обмотці двигуна дають можливість постійно перевіряти температуру обмотки. Вал підтримується двома роликовими підшипниками, що самоустановлюються. Шків відлитий разом з гальмівним шківом і встановлений консольно. Гальмо стандартної конструкції із зовнішнім натисненням, вимикається двома електромагнітами постійного струму відповідно до EN 81-1:1998. Можуть бути встановлені мікроконтакти для контролю проміжку між гальмівними підкладнями і шківом.

«Thyssen Aufzuge» виготовляє компактну лебідку, що забезпечує економію простору і не вимагає значного технічного обслуговування. Відповідно до сучасної практики вал підтримується двома роликівими підшипниками, що самоустановлюються на обох боках ротора. Тяговий і гальмівний шків відлиті разом і встановлені консольно.

Лебідка в даний час використовується для приводу з подвійним обхватом. Гальмо колодки стандартної конструкції із закріпленими гальмівними колодками і двома незалежними магнітами в загальному корпусі для гальмівної системи з подвійним керуванням, розташованої між двигуном і шківом.

Оскільки максимальне число пусків на годину становить 240, лебідка обладнана зовнішнім вентилятором. Лебідка і контршків установлені на важкій сталевій опорній плиті для мінімізації передачі вібрацій.

Лебідка виготовляється у трьох варіантах для номінальної вантажопідйомності 1000, 1350 і 2000 кг. Номінальна швидкість для кожного варіанта конструкції може змінюватися від 1,6 до 3,0 м/с. Максимальна висота підйому становить 80–170 м залежно від режиму роботи і умов навколишнього середовища.

12.9. Лебідки для ліфтів без машинного приміщення

Нещодавно революційні концепції пасажирських ліфтів визначили розташування лебідки і обмежувача швидкості безпосередньо в шахті ліфта.

Немає необхідності в машинному або іншому відповідному приміщенні, звідси і найменування «без машинного приміщення» або скорочено – «ліфт без приміщення». З'явилися дві спеціальні конструкції редукторних і безредукторних лебідок змінного струму.

«KONE Elevators» була першою компанією, що розробила і поклала початок новій ліфтовій концепції. Вона отримала назву «MonoSpace» і перший ліфт був установлений і пройшов перевірку у Вюрбурзі (Нідерланди) в 1995 р.

Випуск комерційної продукції мав місце в Брюсселі (Бельгія) у 1996 р.

Для реалізації концепції була застосована спеціальна лебідка, що отримала найменування «EcoDisc». Вона базувалася на новому типі провідного двигуна: осьовому синхронному двигуні змінного струму із збудженням на постійних магнітах. Відповідно до осьового принципу лінії магнітної індукції двигуна перетинають повітряний зазор паралельно осі, а полюси двигуна – радіально. Цей принцип проектування дозволяє надати лебідці плоскої форми.

Конструкція аксіального двигуна складніша, ніж у стандартних двигунах, через асиметрію форми магнітного ланцюга.

Постійні магніти дозволяють отримати оптимальні характеристики, високі значення ККД, значні величини коефіцієнта потужності при невеликих розмірах. Коефіцієнт корисної дії двигуна змінюється від 75 до 95 % залежно від швидкості і навантаження.

Інша сприятлива особливість – динамічне гальмування. Якщо замкнути контакти двигуна з постійними магнітами, двигун генерує момент, що перешкоджає руху кабіни при вимкненому гальмі. Лебідка не набере високі обороти, як традиційні безредукторні лебідки за тих же умов, бо вона обладнана двома незалежними гальмами, які вимикаються електромагнітами.

Пристрій ручного виключення передбачений на випадок аварії, наприклад, при припиненні подачі енергії. Тяговий шків змонтований прямо на валу ротора.

Лебідки «EcoDisc» виконуються у трьох варіантах, що мають найменування MX 05, MX 06 і MX 10. Усі вони мають однакову конструкцію і відрізняються тільки розмірами. Розташування лебідки – угорі шахти. Плоска форма дає можливість її кріплення до напрямної кабіни у проміжку між напрямною і стіною шахти.

Кратність канатної системи 1:2 з нижньою підвіскою кабіни (вчавлювального типу). Обмежувач швидкості також розташований у верхній частині шахти.

Основні технічні параметри надані в табл. 12.2, де включено параметри лебідки «MiniSpace» MX 18, про яку ми розповімо пізніше, і лебідок MX 32, MX 40 і MX 100, які підходять для ліфтів з більшою номінальною величиною вантажопідйомності.

Контролер розташований поза шахтою на самому верхньому поверсі, шафа контролера об'єднана з порталом дверей посадкового майданчика. Передбачено оглядове вікно в шафі контролера, через яке видно канати і обмежувач швидкості.

Технічні параметри лебідок «EcoDisc»

Показник	Тип лебідки								
	MX 05	MX 06	MX 10	MX 18		MX 32	MX 40	MX 100	
Номінальне навантаження, кг	480	630	1000	1000	1800	1600	2000	5000	
Максимальна швидкість, м/с	1,0	1,0	1,0	4,0		6,0	10,0	17	
Максимальний шлях / число зупинок	40/16	40/16	40/16	70/24		250	250	400	
Потужність мотора, кВт	2,7	3,5	5,7	26,0		55,0	120,0	500,0	
Максимальне число канатів підвіски	4	5	6	114	111	99	8	9	11
Номінальний діаметр каната, мм	8	8	10	113	110	113	16	19	22
Максимальне число, об/хв	112	95	80	200		130	–	190	270
Діаметр шківів, мм	340	400	480	6650	690	750	985	1000	1200
Кратність підвіски	2:1	2:1	2:1	1:1	2:1		1:1	2:1	1:1 2:1
Рівень шуму, дБ	50–55	50–55	52–57	60–70		65–72		65–72	
Струм плавкого запобіжника, А	10	16	25	–		–		–	
Розміри лебідки	висота, мм	1055	1054	1170		1200	1525	2000	
	глибина, мм	240	252	630		1100	1200	1400	
Розташування лебідки	шахта	шахта	шахта	машинне приміщення		машинне приміщення	машинне приміщення	машинне приміщення	

Там же розташований важіль ручного виключення гальма в аварійній ситуації, головний вимикач і кнопка контролю працездатності обмежувача швидкості. З метою безпеки передбачений пристрій фіксації кабіни на напрямних при проведенні робіт із даху кабіни.

Лебідки MX 05, MX 06 і MX 10 були розроблені для житлових і невеликих адміністративних будівель в Європі, але вони також можуть бути встановлені в інших типах будівель.

Основні переваги даної концепції такі:

- відсутність машинного приміщення, звідси значне зниження вартості будівельних робіт;
- високий ККД і як результат низьке споживання енергії;
- комфорт поїздки завдяки частотному регулюванню швидкості;
- низька вартість технічного обслуговування, оскільки простий двигун фактично не вимагає технічного обслуговування;
- низький рівень шуму, оскільки немає зубчастої передачі.

«MiniSpace» MX 18 може бути розташована в машинному приміщенні з такими малими розмірами, що його площа лише не набагато перевищує площу поперечного перетину шахти ліфта.

Усі лебідки обладнані частотним перетворювачем зі спеціальним програмним забезпеченням регулювання швидкості.

На великих ліфтах лінійний перетворювач, обладнаний керованим напівпровідниковим мостом, зберігає синусоїдальну форму лінійного струму і забезпечує коефіцієнт потужності, що дорівнює одиниці. На невеликих «EcoDisc» він був замінений простим діодним мостом і керованим гальмівним резистором. Проте великі лебідки використовують рекуперацію енергії. Перетворювач двигуна, по суті, є простий трифазний частотний перетворювач, схожий на використовувані з асинхронними двигунами.

Лебідки MX 32, MX 40 і MX 100 обладнані двома двигунами «EcoDisc», розташованими по обидва боки тягового шківів.

Лебідка MX 100 розрахована на номінальну вантажопідйомність 5000 кг, номінальну швидкість до 17 м/с і статичне навантаження на тяговий шків 50000 кг.

Всі три типи лебідок придатні для застосування у висотних будівлях.

Синхронна безредукторна лебідка змінного струму під назвою «Mini-gearless», модель DAF 210 виготовлена компанією «Thyssen Aufzüge» і змонтована вгорі шахти ліфта. Кратність канатної системи 2:1.

Нижня підвіска кабіни зменшує висоту верхнього поверху шахти ліфта. Вал лебідки підтримується двома підшипниками разом з розташованим між ними ротором. Тяговий шків установлений з одного боку мотора, тоді як дводискове гальмо – з іншого.

Керування швидкістю проводиться за допомогою частотного перетворювача. Сталевий трос використовується для ручного виключення гальма в аварійній ситуації (при припиненні подачі енергії). Лебідка виготовляється у двох різних варіантах, конструкція *M* і *L*. Найбільш важливі технічні параметри наведені в табл. 12.3.

Таблиця 12.3

Технічні параметри лебідки DAF 210

Показник	Тип лебідки			
	DAF210M		DAF210L	
Максимальне статичне навантаження на шків, кН	17,1		23,3	
Максимальний гальмівний момент, Н·м	1000		1600	
Діаметр шківа, мм	360		360	
Момент інерції, кг·м ²	1,1		1,6	
Число канатів × діаметр, мм	5×8		7×8	
Номінальна швидкість, м/с	1,0	1,6	1,0	1,6
Частота обертання, об/хв	106	170	106	170
Пусковий момент мотора, Н·м	760		1130	
Максимальний момент мотора, Н·м	925		1350	
Потужність мотора, кВт	4,0	6,5	6,0	10,0
Число пусків на годину	240		240	
Номінальний струм, А	9,0	14,3	13,2	21,5
Пусковий струм, А	19,0	30,0	27,0	44,0
Коефіцієнт потужності, cos φ	0,93		0,91	

Ліфтова система «Schindler Smart MRL 001» була представлена громадськості в Сарагосі (Іспанія) у 1998 р. Нова запатентована система орієнтована на європейський ринок житлових будівель, оскільки ця недорога продукція повною мірою відповідає прийнятому там критерію: якість і доступність.

Даний ліфт з тяговою лебідкою з трьома величинами номінальної вантажопідйомності за вибором: 320, 450 і 630 кг з номінальною швидкістю 1,0 м/с. Кабіна має консольну конструкцію і коефіцієнт кратності канатної підвіски 1:1. Максимальна висота підйому 42 м з

обслуговуванням до 15 поверхів. Лебідка розташована нагорі шахти ліфта на спеціальній поперечній балці сталевого профілю між напрямними кабіни. Усі чотири напрямні з'єднані разом і вони гарантують стійкість і жорсткість кріплення лебідки. Конструкція лебідки досить незвичайна, оскільки вісь двигуна і черв'яка злегка відхилені від вертикалі у бік шляху руху ліфта. Дві незалежні колодки гальма розташовані між двигуном і редуктором. Лебідка приводиться в дію двошвидкісним асинхронним двигуном з частотним перетворювачем. Пристрій ручного приводу, використовуваний в аварійних ситуаціях (наприклад, при відключенні електроживлення), змонтовано у верхній частині двигуна. Обертання шестерні і в результаті обертання черв'яка і шківів здійснюється вручну людиною, що стоїть перед шафою керування. Однією рукою натискається важіль, який вимикає гальмо, інша – обертає важіль аварійної евакуації, і кабіна рухається до найближчого поверху. Контролер зазвичай розташований на рівні верхнього посадкового майданчика.

«Alberto Sassi SPA» виготовляє компактну лебідку для ліфтів без машинного приміщення під назвою «AS 88». Хоча вона може бути змонтована як у горизонтальному, так і у вертикальному положенні, вертикальному положенню віддається перевага через краще використання обмеженого простору в шахті ліфта.

Основні технічні параметри лебідки такі:

- номінальна вантажопідйомність 630 кг;
- номінальна швидкість 1 м/с;
- максимальне статичне навантаження на шків 1600 кг;
- коефіцієнт кратності канатної системи 2:1;
- максимальна висота підймання 30 м;
- діаметр шківів 400 мм;
- максимальне число канатів 4 діаметром 10 мм;
- потужність двигуна 4,7 або 5,6 кВт;
- номінальний обертальний момент 34,3 Н·м;
- номінальний струм 10,8 або 12,9 А.

Пусковий струм становить 2,2 номінального значення.

Чотириполюсний асинхронний двигун змінного струму, спроектований для частотного регулювання швидкості, досягає номінальної швидкості 305 об/хв при частоті 43,5 Гц. Цифровий імпульсний генератор використовується в колі зворотного зв'язку за швидкістю.

Через застосування тризахідного черв'яка (передавальне число 3:41), використання синтетичного масла в лебідці і застосування антифрикційних підшипників (роликів) на обох валах ефективність зубчастої передачі при номінальній швидкості дуже висока (коефіцієнт корисної дії дорівнює 0,89).

Оскільки лебідка була спроектована для установлення в шахті ліфта, особлива увага приділялася зниженню шуму; в результаті рівень шуму на відстані 1 м від лебідки становить 52–54 дБ (А).

Електромагнітне гальмо має два диски і обладнане двома незалежними електромагнітами. Воно розташовується у верхній частині швидкісного вала. Вал підтримується одним однорядним радіальним кульковим підшипником і парою радіально-упорних кулькових підшипників для сприйняття радіального і осьового навантаження. Вал з черв'яком виконаний з нікель-хром-молібденової сталі, черв'як піддається гартуванню і шліфуванню.

Пристрій ручного вимикання гальма і приводу лебідки в аварійній ситуації (при перебоях в електропостачанні і т.п.) установлено наверху лебідки. Прямозубчасте циліндричне колесо складає частину пристрою ручного приводу. На кінці вала можна побачити спеціальне з'єднання для цифрового імпульсного генератора.

З метою інспекції і проведення ручних операцій керування лебідка повинна бути доступна із зовнішнього боку шахти. Вал спирається на два роликові підшипники, що самоустановлюються. Він виготовлений з нікель-хром-молібденової сталі, підданий гартуванню і подальшому шліфуванню. Тяговий шків з маточиною встановлений на кінці вала і закріплений шпонкою для передачі енергії.

Розміри лебідки невеликі, найбільший зовнішній розмір, заміряний паралельно осі тихохідного вала, становить 350 мм. Лебідка може бути змонтована в будь-якому місці стовбура шахти.

Інша лебідка, що становить цікавість, під назвою «ЕРМ» виготовлена фірмою «Alpha Getriebebau GmbH». Вона обладнана планетарним редуктором із вбудованим серводвигуном. Лебідка може бути змонтована як у верхній, так і в нижній частині шахти.

У лебідці передбачено подвійне гальмо з роздільною схемою керування магнітами. Регулювання швидкості проводиться частотним перетворювачем. Важливою властивістю «ЕРМ» є можливість її застосування для широкого ряду різних ліфтів.

У табл. 12.4 дані технічні параметри лебідки ЕРМ. Інші параметри в таблиці не вказані: максимальне статичне навантаження на шків 55 кН, рівень шуму 62 дБ (А), передавальне число планетарної зубчастої передачі 21 або 31, ККД зубчастої передачі 0,98, напруга двигуна 600 В постійного струму. Зубчаста передача змащена синтетичним мастилом на весь термін служби.

Таблиця 12.4

Технічні параметри лебідки ЕРМ 300

Номінальне навантаження, кг	Номінальна швидкість, м/с	Потужність мотора, кВт
Кратність канатної підвіски 1:1		
450	1,00	3,20
	1,25	4,00
	1,60	5,10
630	1,00	4,35
	1,25	5,40
	1,60	6,90
800	1,25	6,69
1000	1,25	8,25
Кратність канатної підвіски 2:1		
630	1,25	6,90
800	1,25	8,50
1000	1,00	8,30
1250	0,80	10,10

Виробником пропонуються дві можливості аварійної евакуації пасажирів: ручна операція або застосування автоматичної системи евакуації.

Якщо передбачені дверці до лебідки, тобто лебідка доступна ззовні шахти, штурвал ручного приводу, встановлений на валу лебідки, і гальмо вимикаються важелем вручну. За допомогою ручного приводу кабінку переміщують на найближчий поверх. Коли штурвал закріплений, ланцюг безпеки ліфта розривається вимикачем безпеки.

За відсутності прямого доступу до лебідки можна провести автоматичну операцію за допомогою акумуляторів, зазвичай розташованих у шафі контролера. Акумулятори рухають кабінку на малій швидкості до найближчого поверху, незалежно від навантаження кабінки.

«Thyssen Aufzüge GmbH» є виробником лебідки під назвою «TW 63».

Характеристики таких лебідок подані в табл. 12.5.

Таблиця 12.5

Характеристики лебідок TW 63

Номінальна вантажопідйомність, кг	Номінальна швидкість, м/с	Шлях пересування, м
Кратність канатної підвіски 1:1		
675	2,50	100
800	1,60	60
1050	1,00	40
Кратність канатної підвіски 2:1		
1050	2,00	100
1200	1,60	60
1600	1,00	40
Кратність канатної підвіски 4:1		
3500	0,63	30

З цією лебідкою можуть використовуватися всі три типи приводу змінного струму:

- двошвидкісний асинхронний двигун з перемикальними старторними обмотками;

- з регулюванням швидкості зміною напруги за допомогою перетворювача;

- з регулюванням швидкості за допомогою частотного перетворювача і з системою зворотного зв'язку за швидкістю.

З цією лебідкою застосовується одноступенева черв'ячна передача. Обидва вали встановлені на роликівих підшипниках. Діапазон передавальних чисел такий: 54:1, 48:1, 33:1, 48:2 (двозахідний черв'як) і 43:3 (тризахідний черв'як). Для зубчастої передачі використовується синтетичне мастило, розраховане на весь очікуваний термін служби.

Подвійне гальмо розташоване між двигуном і редуктором і створює гальмівний момент $2 \times 90 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Максимальне статичне навантаження на шків 43 кН. Їх діаметри 450, 510, 590 і 675 мм.

Рівень шуму, заміряний в машинному приміщенні на відстані одного метра від лебідки, приблизно 65 дБ (А).

Всі тягові шківви Thyssen мають твердість поверхні канавки мінімум 50 HRC до мінімальної глибини 0,5 мм. Таким чином, знос

пазів шківа знижений до мінімуму і необхідності заміни шківа впродовж терміну служби лебідки немає.

12.10. Підвіска кабіни і противаги

Кабіни і противаги підвішуються на сталевих дротяних канатах, роликів або пластинчастих ланцюгах (тип «Galle»).

Канати ліфта закріплюються на поперечній балці рами кабіни або обгинають закріплені на ній відхильні блоки, якщо застосовується непряма канатна підвіска, відмінна від схеми 1:1. Підвішування кожного каната повинне бути автономним. Мінімальне число гілок канатної підвіски приймається не менше 3 – для ліфтів з канатопривідним шківом і 2 – для жорстких приводів у США, тоді як в Європі незалежно від типу приводу не менше 2.

Принаймні, з одного боку канатної підвіски повинен установлюватися пристрій автоматичного вирівнювання натягнення окремих гілок каната. Цей пристрій зазвичай поданий вирівнювальним механізмом індивідуального типу на основі застосування пружин стиснення. Тоді як залежність між силою стиснення і деформацією циліндричної пружини має лінійний характер, при використанні гумових амортизаторів лінійність практично зберігається тільки в робочому діапазоні зміни навантаження (до максимального статичного навантаження), тільки при перевантаженні крива залежності стає крутішою (рис. 12.4).

Необхідно звернути увагу, що вирівнювальний пристрій пружинного типу не може гарантувати рівномірного розподілу сил розтягування між окремими гілками канатної підвіски. Її застосування забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження в порівнянні з системою жорсткого кріплення канатів, але взагалі досягнення досконалого вирівнювання неможливе.

Найбільш сприятливого розподілу навантаження між окремими гілками канатної підвіски можна досягти за допомогою механізму балансірної підвіски, що складається з шарнірно сполучених важелів. На рис. 12.5 показані схеми для двох, трьох і чотирьох канатів.

Механізм для двох канатів дуже простий; кожен з них проходить над зоною підвіски і шарнірно з'єднується з одним боком рівноплечого важеля балансира, який може вільно повертатися так,

що якщо один канат розтягується більше, ніж інший, він займає похиле положення, і в результаті обидва канати мають однаковий натяг.

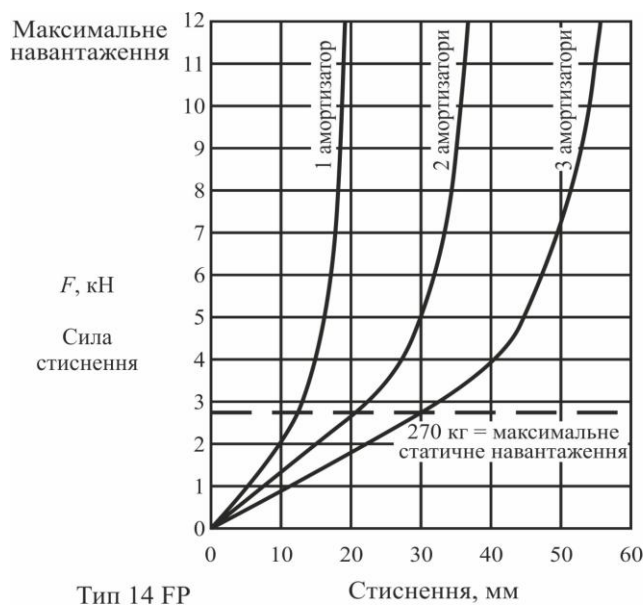


Рис. 12.4. Залежність сили стиснення від деформації пружини

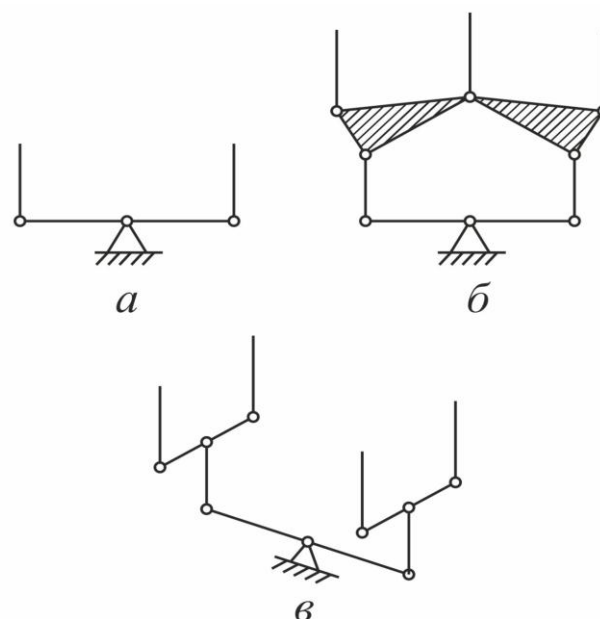


Рис. 12.5. Схеми підвісок для двох (а), трьох (б) і чотирьох (в) канатів

Механізм балансірної підвіски для більшої кількості канатів виходить складнішим і в даний час застосовується рідше. Усі підвісні канати повинні бути правильно встановлені і закріплені на однаковій відстані. Дуже важко забезпечити однакове натягнення, оскільки багато чинників впливає на розподіл навантаження в окремих гілках, проте неправильне регулювання кріплення канатів має бути виключене.

Існує декілька методів контролю натягнення канатів.

Досвідчені фахівці служби сервісу або інспектори повинні вміти визначати ступінь відмінності натягнення шляхом відчуття опору дії горизонтальної сили на кожний канат чи шляхом спостереження за вібрацією кожного каната після поперечного щипка. Але перевагу слід віддати застосуванню вимірювача натягу. Цей пристрій вимірює силу вигину натягнутого каната на фіксованій ділянці довжини, яка пропорційна натягненню каната.

На рис. 12.6 показано триточковий вимірювач натягнення. Тиск ролика створює поперечну силу на канат, викликаючи реакції опор А і В. Положення опор можна змінювати відповідно до діаметра каната.

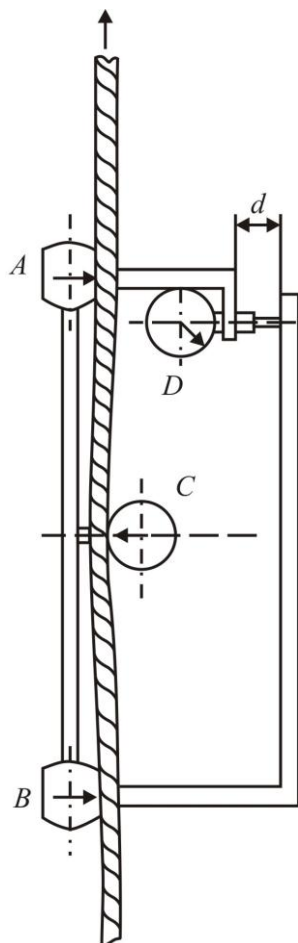


Рис. 12.6. Вимірювач
натягнення

Дія поперечних сил на раму приладу спричиняє її деформацію і змінює відстань s_1 , яка пропорційна силі натягнення каната.

Ця величина може прочитуватися зі шкали стрілкового індикатора B .

Триточковий вимірювач підходить для порівняльних вимірювань однотипних канатів, тобто канатів, прикріплених до самого вирівнювального пристрою.

12.11. Рекомендації щодо вибору канатів ліфта

Розмір каната визначається його номінальним діаметром, указаним виробником канатів.

Відповідно до нормативу ВБ 302:РаН 4:1987 фактичний діаметр каната повинен знаходитися в межах $\pm 4\%$ номінального значення для канатів діаметром до 10 мм і в межах $\pm 3\%$ для діаметрів більше 10 мм, заміряних при натягненні, яке дорівнює приблизно 10 % мінімального руйнівного навантаження.

Фактичний діаметр, виміряний на прямолінійній ділянці каната без натягнення, повинен дорівнювати номінальному діаметру з допустимим відхиленням від 6 до 2 % для канатів діаметром до 10 мм і від 5 до 2 % для канатів діаметром більше 10 мм.

Фактичний діаметр повинен бути ретельно виміряний у двох точках, розташованих на відстані не менше одного метра один від одного, і в кожній точці вимірювання слід проводити у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

12.12. Гальма

Гальмівна система ліфта, яка повинна приводитися в дію автоматично у разі відключення електроживлення і/або відключення живлення кіл контролера, повинна бути обладнана електромеханічним фрикційним гальмом.

Це гальмо повинне зупинити лебідку, коли кабіна переміщається з номінальною швидкістю при навантаженні, що становить 125 % номінального значення, і після цього утримувати її в нерухомому стані. Уповільнення не повинне перевищувати величину, відповідну спрацьовуванню уловлювачів або посадці кабіни на буфер.

У перебігу процесу зупинки кінетична енергія рухомих частин ліфта перетвориться в теплову. Утримувальна функція гальма запобігає зміні потенційної енергії.

Гальмо зазвичай встановлюється на швидкісному валу (вал двигуна), оскільки гальмівний момент тут відносно невеликий за умови, що вал сполучений зі шківом (барабаном, зірочками) безпосередньо механічними засобами.

У лебідках з непрямым приводом, де використовуються клинові, зубчасті паски або ланцюги, гальмо повинне безпосередньо встановлюватися на конструкції тягового шківа (барабана) лебідки для того, щоб гарантувати його ефективність у разі розриву паска або ланцюга.

Гальмування повинне створюватися за допомогою пружин стиснення або сили тяжіння вантажу. Гальмо може вимикатися або електромагнітним, або електрогідравлічним способом. Припинення подачі струму повинне контролюватися як мінімум двома незалежними електричними пристроями.

Гальмування повинне відбутися, коли уривається електричне коло керування гальмом.

Якщо лебідка оснащена системою ручного приводу для роботи в аварійних ситуаціях, гальмо повинне мати таку конструкцію, щоб його можна було вимкнути вручну і підтримувати у вимкненому стані.

Гальма ліфта у своїй більшості обладнані гальмівним шківом; проте застосування дискових гальм стає все частішим.

У ліфтах не дозволяється використовувати стрічкове гальмо.

Найбільш поширеним видом гальма є колодкове електромагнітне гальмо, що складається з пружинного пристрою, двох гальмівних колодок з накладками і блоку магнітів.

Виключення гальма відбувається при подачі енергії в катушки магнітів, тоді як при вимкненому живленні гальмівні колодки стиска-

ють гальмівний шків під дією стиснутих пружин і створюють гальмівний момент.

Зазвичай застосовуються гальма зовнішнього контактного типу. Проте безредукторні лебідки великих розмірів можуть мати внутрішні гальма типу, що розтискає.

Гальмівні колодки можуть або жорстко фіксуватися на важелях, що керують, або бути шарнірними з ефектом самоустановлення.

Гальма першого варіанта конструкції простіші, проте потрібне точне регулювання і часті перевірки рівномірності розподілу контактного тиску між поверхнею колодки і гальмівного шківа, щоб запобігти нерівномірному зносу накладок.

У гальмах другого варіанта конструкції цього легко досягти, але вони складніші.

Магніт може бути встановлений безпосередньо на важелях і створювати горизонтальну силу для виключення гальма або розташовуватися у вертикальному положенні і діяти на важелі через систему додаткових ланок.

Гальмівні колодки мають накладки з високим коефіцієнтом тертя. Зазвичай вони закріплюються за допомогою латунних або мідних заклепок з потайною головкою.

Накладка повинна бути виконана з неазбестового матеріалу. Розміри повинні бути достатніми для зменшення контактного тиску і мінімізації зносу. Хоча бажано мати підвищене значення коефіцієнта тертя накладки, але не на стільки високе, щоб спричинити ривки в кінці зупинки. Цього можна уникнути, використовуючи накладку, що містить цинк, який діє як постійний змащувальний засіб і знижує заїдання гальма до мінімуму.

Опорні шарніри зазвичай виготовляються з бронзи для невеликих гальм і змащуються довговічним мастилом, тоді як для великих моделей вони виготовляються із сталі із застосуванням бронзових підшипників, що самозмащуються. Гальмівна сила здійснюється двома незалежними пружинами, змонтованими прямо на робочих важелях. Регулювання гальмівного моменту легко досягається за допомогою регулювальних гайок, якими заздалегідь встановлюється сила стиснення пружин. Магніти постійного струму працюють тихо, і тому гальмо використовується тоді, коли важливо додержуватись тиші, наприклад, у пасажирських ліфтах. Гальмо можна вимкнути від

руки. Воно просте за конструкцією і має мінімальне число деталей, що полегшує його обслуговування. Зазори між шківом і гальмівними накладками такі малі, що легко забезпечується висока швидкодія гальма. Система дискового гальма зазвичай включає диск, затиск кліщового типу з виконавчим механізмом, джерело живлення і контролер.

На вимогу система може бути обладнана пристроєм моніторингу, який дозволяє гальму стати частиною системи керування ліфтом, яка надає інформацію про заміну накладки і необхідність регулювання.

Зазвичай застосовуються гальма із затискачами нормально замкненого типу включення, що працюють від пружин стиснення і вимикаються за допомогою гідравліки.

Ключовою перевагою є можливість установа двох або більше незалежних затискачів на диск для багатократного підвищення безпеки. Зазвичай на диск устатковується один або два блоки затискачів. Простір, займаний дисковим гальмом, значно менший, ніж для колодкового, при тій же величині гальмівного моменту. Гальмівний диск має дві гальмівні поверхні, які знижують втрату гальмівної сили при попаданні мастила або іншого забруднювача на одну з них.

У гальм із з'ясовною величиною гальмівного моменту момент інерції диска значно менший, ніж момент інерції шківа. Це стає важливим чинником там, де відбуваються часті зупинки.

Накладки виготовляються з матеріалу, який не містить азбесту. Коефіцієнт тертя залежить від ряду чинників: швидкості ковзання, матеріалу і обробки диска, контактної напруги накладки, забруднення накладок і диска, умов роботи, температури та інших умов навколишнього середовища.

Високі швидкості ковзання і/або висока температура гальмівної поверхні можуть спричинити перегрів гальма і мати несприятливий ефект значного зменшення гальмівного моменту. Перегріву гальма можна уникнути, якщо ретельно вибрати поєднання затискача і диска. Загалом, більший і товщий диск буде здатний поглинати більше енергії і звідси бути менш схильним до ефектів перегріву. Вентильовані диски мають меншу теплоємність і знижений радіаційний теплообмін. Найбільш важливим аспектом досягнення досконалої роботи гальма є те, що поверхні тертя повинні пройти стадії «прироблення» і

«стабілізації». Ці два терміни часто розглядаються як синоніми, хоча зачіпають різні аспекти.

«Прироблення» – це процес, при якому відповідні поверхні притираються один до одного для досягнення повного контакту поверхні. Це призводить до рівномірного розподілу тиску по всій поверхні контакту. «Стабілізація» відбувається при розігріванні, що полегшує дію фрикційних модифікаторів у матеріалі накладки.

Для дискового гальма невелика величина зносу накладок і поверхні диска несуттєво впливає на процес гальмування.

Контрольні запитання

1. Назвіть класи і механічне устаткування ліфтів згідно зі стандартом ISO 4190.
2. Охарактеризуйте ліфти з індукційним привідним двигуном.
3. Дайте характеристику лебідок з механічними передачами (черв'ячною, планетарною, хвильовою та пасовою).
4. Охарактеризуйте безредукторні ліфтові лебідки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлов Н. Г. Лифты и подъемники. Основы конструирования и расчета / Н. Г. Павлов. – М. : Машиностроение, 1965.
2. Подъемники / И. И. Ивашков, Г. М. Бовин, А. Г. Меклер, В. А. Тушмалов. – М. : Машгиз, 1958. – 311 с.
3. Лифты / Г. Н. Корнеев, М. Г. Коротов, И. С. Моцохейн, Б. В. Жданов. – М. : Машгиз, 1958. – 567 с.
4. Инструкция по технической эксплуатации лифтов. – Л. : Стройиздат, 1969. – 132 с.
5. Бродский М. Г. Безопасная эксплуатация лифтов / М. Г. Бродский, И. М. Вишневецкий, Ю. В. Грейман. – М. : Недра, 1975. – 263 с.
6. Лифты : учебник для вузов / под общ. ред. Д. П. Волкова. – М. : Изд-во АСВ, 1999. – 480 с.
7. Техническое обслуживание лифтов / В. Г. Ермишкин. – М. : Недра, 1977.
8. Архангельский Г. Г. Эксплуатация и расчет лифтовых установок / Г. Г. Архангельский, А. А. Вайнсон, А. А. Ионов. – М. : МИСИ, 1980. – 128 с.
9. Архангельский Г. Г. Основы расчета и проектирования лифтов / Г. Г. Архангельский, А. А. Ионов. – М. : МИСИ, 1985. – 73 с.
10. Архангельский Г. Г. Расчет ловителей резкого торможения кабины лифта с учетом пластической деформации поверхности направляющей / Г. Г. Архангельский // Исследование строительных машин : сб. науч. тр. – М. : МИСИ, 1993. – 5 с.
11. А.с. 1648877 СССР Привод раздвижных дверей кабины лифта / М. Д. Богородицкий, А. М. Демкин, А. Д. Шкрябко и В. С. Шеборшин. – № 4694818 ; заявл. 05.04.1989; опубл. 15.05.1991.
12. Васильев М. И. Монтаж лифтов / М. И. Васильев, М. Г. Бродский. – М. : Стройиздат, 1975. – 223 с.
13. Атлас конструкций лифтов / Д. П. Волков, А. А. Ионов, П. И. Чутчиков. – М. : Машиностроение, 1984. – 60 с.
14. Волков Д. П. Надежность лифтов и технология их ремонта / Д. П. Волков, П. И. Чутчиков. – М. : Стройиздат, 1985. – 130 с.
15. Волков Д. П. Диагностирование узлов и подсистем лифтов / Д. П. Волков, П. И. Чутчиков, А. К. Прокофьев. – М. : Стройиздат, 1981. – 128 с.

16. ГОСТ 2201195. Лифты пассажирские и грузовые (Технические условия). Введ. 01.01.1997.
17. Егоров К. А. Системы управления пассажирскими лифтами / К. А. Егоров. – М. : Стройиздат, 1977. – 250 с.
18. Инструкция по монтажу лифтов. АО «Союзлифтмонтаж». – М. : ЦБНТИ, 1992. – 80 с.
19. Лифт пассажирский. Инструкция по эксплуатации 0411К.00.00. 000.ИЭ. КМЗ. – М., 1991. – 117 с.
20. Лифт пассажирский. Инструкция по эксплуатации 062103.00.00. 000.ИЭ. КМЗ. – М., 1991. – 115 с.
21. Лифт грузопассажирский грузоподъемностью 500 кг ПГП-366. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ПГП-366.ТО. КМЗ. – М., 1985. – 120 с.
22. Макаров А. Г. Автоматика скоростных лифтов / А. Г. Макаров, Т. К. Ломакин. – М. : Стройиздат, 1989. – 175 с.
23. Полковников В. С. Монтаж лифтов / В. С. Полковников, Е. В. Грузинов, Н. А. Лобов. – М. : Высш. школа, 1981. – 335 с.
24. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. – М. : Госгортехнадзор, 1992. – 176 с.
25. Райков Е. И. Справочник молодого монтажника лифтов / Е. И. Райков, Е. В. Грузинов. – М. : Высш. школа, 1990. – 240 с.
26. Ткаченко В. Я. Электропривод лифтов / В. Я. Ткаченко. – М. : МИСИ, 1982. – 180 с.
27. Технологическая инструкция по монтажу, наладке и эксплуатации узлов и оборудования, применяемых при модернизации лифтов г.п. 350 кг, $V = 0,65$ м/с и г.п. 320 кг, $V = 0,71$ м/с. 1006.00.000.ИЭ. – М. : МГП Мос-лифт, 1995. – 87 с.
28. Ушаков П. Н. Краны и лифты промышленных предприятий : справочник / П. Н. Ушаков, М. Г. Бродский. – М. : Metallurgy, 1974. – 352 с.
29. Федосеев В. И. Безопасная эксплуатация лифтов : справочное пособие / В. И. Федосеев, Г. К. Гончаров. – М. : Стройиздат, 1987. – 256 с.
30. Чутчиков П. И. Пассажирские лифты / П. И. Чутчиков. – М. : Машиностроение, 1978. – 142 с.
31. Elevator Mechanical Design / L. Janovsky. – Elevator World, INS. U.S. 1999, reprint 2004.

32. Elevator Technology / R. Deimann // Experience with Rope Brakes. Elevator Technology 4 (Proceedings of ELEVCON 92, Amsterdam, 1992).

33. Polyurethane Buffers / C. Distaso // Elevator Technology 3 (Proceedings of ELEVCON 90, Rome, 1990). – Discard Criteria for Wire Ropes. Elevator Technology II (Proceedings of ELEVCON 88, Karlsruhe, 1988).

34. Der Aufzugbau / C. F. Franzen, T. Englert. – Braunschweig : F. Vieweg & Sohn, 1972.

35. New Concepts in Traction Drives / G. W. Gibson // Proceedings of the International Lift Symposium, Amsterdam, 1984.

36. Kinetic Energy of Passenger Elevator Door Systems / G. W. Gibson // Elevator World 12/1989 and 1/1990, Mobile, USA.

37. Der neuzeitliche Aufzug mit Treibscheibenantrieb / F. Hymans, A. V. Hellborn. – Berlin : Julius Springer, 1927.

38. Elevator Mechanical Design / L. Janovsky. – Chichester : Ellis Horwood Ltd., 1993.

39. Stress Analysis in Guide Rails of Electric Elevators : dissertation / L. Janovsky. – Technical University of Prague, 1981.

40. The Distribution of Tensile Forces in Elevator Ropes with Traction Drives and the Resultant Effect upon Wear of Sheave Grooves / L. Janovsky // Proceedings of the International Lift Symposium. – Amsterdam, 1984.

41. Testing of Elevator Machines / L. Janovsky // Elevator Technology II (Proceedings of ELEVCON 88, Karlsruhe, 1988).

42. Analysis of Stress in Guide Rails / L. Janovsky // Elevator Technology 3. – Rome, 1990.

43. Worldwide Standards for Guide Rail Calculations / L. Janovsky // Elevator Technology 4 (Proceedings of ELEVCON 92, Amsterdam, 1992).

44. Vytahy a eskalatory / L. Janovsky, J. Dolezal. – Prague : SNTL, 1980.

45. A Ropeless Linear Drive Elevator / H. Kamaike, T. Ishii, E. Watanabe, Y. Matsukura // Elevator World 3/1991, Mobile, USA.

46. The Best Elevator Rope / P. Kampers // Elevator Technology 4 (Proceedings of ELEVCON 92, Amsterdam, 1992).

47. Whisperflex Compensating Cable / R. Lancy, W. McCallum // Elevator Technology (Proceedings of ELEVCON 86, Nice, 1986). – Measuring Sound. Brochure of Bruel & Kjaer. – Denmark, 1984.

48. Emergency Rope Brake / J. A. Nederbragt // Elevator World 5/1985, Mobile, USA.
49. Rope Brake as Precaution against Overspeed / J. A. Nederbragt // Elevator World 7/1989, Mobile, USA.
50. Maschinemente III / G. Niemann, H. Winter. – Berlin : Springer Verlag, 1983.
51. Vertical Transportation: Elevators and Escalators / G. Strakosch. – New York : John Wiley & Sons, 1983.
52. The LIM Elevator Drive / W.C. Sturgeon // Elevator World 3/1991, Mobile, USA.
53. Terminology for Lifts, Escalators and Passenger Conveyors. Federation Europeenne de la Manutention. Section VII, 1981.
54. The Selection and Inspection of Elevator Ropes // Elevator World Educational Package, Mobile, USA.
55. Australian Standard AS 3569-1989 Steel Wire Ropes.
56. BS 302:Part 1:1987 Stranded Steel Wire Ropes. Specification for General Requirements.
57. BS 302:Part 4:1987 Stranded Steel Wire Ropes. Specification for Ropes for Lifts.
58. BS 5655:Part 1:1979 Lifts and Service Lifts. Safety Rules for the Construction and Installation of Electric Lifts.
59. BS 5655:Part 5:1981 Lifts and Service Lifts. Specification for Dimensions of Standard Electric Lifts Arrangements.
60. BS 5655:Part 9:1985 Lifts and Service Lifts. Specification for Guide Rails. EN 81-1: 1998 Safety Rules for the Construction and Installation of Lifts, Part I: Electric Lifts. ISO 4344 Steel Wire Ropes for Lifts.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІФТИ	5
1.1. Предмет вивчення	5
1.2. Загальна характеристика.....	5
1.3. Історія розвитку.....	6
1.4. Відомі винахідники ліфтового обладнання	9
1.5. Роль вітчизняних вчених і інженерів у розвитку ліфтів	10
1.6. Унікальні ліфти світу	11
1.7. Шляхи і перспективи розвитку ліфтів	16
2. КЛАСИФІКАЦІЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ ЛІФТІВ	17
2.1. Класифікація.....	17
2.2. Кінематичні схеми ліфтів	18
2.3. Загальна будова і робота ліфтів.....	20
3. РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЛІФТІВ.....	26
3.1. Вантажопідйомність	26
3.2. Швидкість	27
3.3. Прискорення (уповільнення).....	29
3.4. Точність зупинки кабіни	31
3.5. Продуктивність	32
4. ПІДЙОМНІ МЕХАНІЗМИ	39
4.1. Загальна будова	39
4.2. Регулювання швидкості	41
4.3. Установлення лебідок	43
5. РОЗРАХУНОК ЛЕБІДОК ЛІФТІВ	46
5.1. Вантажні канати	46
5.2. Зрівноважувальні канати	47
5.3. Барабани, канатопривідні, напрямні блоки	50
5.4. Тягова здатність канатопривідного шківа	50
5.5. Визначення розрахункового значення коефіцієнта тяги ліфта.....	53
5.6. Визначення коефіцієнтів зчеплення канавок.....	55
5.7. Порядок розрахунку канатопривідного приводу	60
5.8. Потужність двигуна	60
5.9. Визначення основних характеристик процесів пуску і гальмування	64
5.10. Вибір гальма	68
5.11. Віброізоляція лебідок ліфтів.....	68

6. ОБМЕЖНИКИ (РЕГУЛЯТОРИ) ШВИДКОСТІ, УЛОВЛЮВАЧІ	71
6.1. Конструкції регуляторів швидкості	71
6.2. Теорія відцентрових регуляторів	74
6.3. Розрахункові параметри регуляторів	75
6.4. Уловлювачі	77
6.5. Розрахунок ексцентрикових уловлювачів	81
6.6. Розрахунок клинового уловлювача	82
6.7. Перевірка ексцентрикового уловлювача на питомий тиск	84
6.8. Динамічні навантаження, які виникають під час дії уловлювача ...	84
7. КАБІНИ, ПРОТИВАГИ, ШАХТИ.....	87
7.1. Кабіни	87
7.2. Башмаки.....	88
7.3. Підвіски	89
7.4. Противага.....	89
7.5. Шахти та машинні приміщення	91
8. ДВЕРІ ШАХТ ТА КАБІН ЛІФТІВ	99
8.1. Конструкції і типи дверей.....	99
8.2. Приводи дверей	103
8.3. Замки дверей.....	106
9. НАПРЯМНІ КАБІН І ПРОТИВАГ	109
10. УПОРИ І БУФЕРИ ЛІФТІВ	115
10.1. Будова, установлення, застосування	115
10.2. Розрахунок пружинних буферів	116
10.3. Розрахунок гідравлічних буферів.....	118
11. ТИПОВІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	120
12. ДЕЯКІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІФТИ ІНОЗЕМНИХ ФІРМ.....	131
12.1. Ліфти з тяговим приводом	131
12.2. Ліфти з лінійним індукційним привідним двигуном	132
12.3. Schindler Mobile	135
12.4. Конструкція лебідок із черв'ячним колесом	137
12.5. Лебідки з планетарними передачами	141
12.6. Лебідки з хвильовими передачами	143
12.7. Лебідки з пасовою передачею	145
12.8. Безредукторні ліфтові лебідки.....	146
12.9. Лебідки для ліфтів без машинного приміщення	150
12.10. Підвіска кабіни і противаги	159
12.11. Рекомендації щодо вибору канатів ліфта.....	161
12.12. Гальма	161
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	166

Навчальне видання

ГРИГОРОВ Отто Володимирович
СТРИЖАК Всеволод Вікторович
ГУБСЬКИЙ Сергій Олександрович
РАХМАНІЙ Анатолій Степанович
ЦЕБРЕНКО Максим В'ячеславович

Л І Ф Т И

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *В.Г. Дяченко*

Редактор *О.І. Шпільова*

План 2016 р., поз. 15

Підп. до друку 13.07.2016 р. Формат 60 × 84 1/16. Папір офісний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 29,9. Наклад 300 прим.
Зам. № 237. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХП». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21